



Universidade de Aveiro Departamento de Electrónica, Telecomunicações
2011 e Informática

**Pedro Filipe
Peixe Ribeiro**

**Redes de Acesso: Evolução e ferramentas de
apoio à tomada de decisão**



**Pedro Filipe
Peixe Ribeiro**

**Redes de Acesso: Evolução e ferramentas de
apoio à tomada de decisão**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Electrónica e Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Doutor A. Manuel Oliveira Duarte, Professor Catedrático do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e co-orientação da Doutora Raquel Matias da Fonseca, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

“ Ouço e esqueço

Vejo e lembro

Faço e compreendo “

Confúcio, Filósofo Chinês

o júri

presidente

Professor Doutor José Carlos da Silva Neves
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

arguente interno

Professor Doutor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

arguente interno

Professora Doutora Raquel Matias da Fonseca
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

arguente externo

Professor Doutor Luís Filipe Botelho Ribeiro
Professor Auxiliar do Departamento de Eletrónica Industrial da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar ao Professor Aníbal Manuel de Oliveira Duarte e à Professora Raquel Matias da Fonseca por terem tornado possível este trabalho e por todos os ensinamentos e visões que tiveram a bondade de partilhar comigo.

Em segundo lugar a todos os colegas que me apoiaram e acompanharam neste percurso académico.

E, por último, mas talvez até o mais profundo agradecimento à minha família pela constante presença, suporte e amparo.

palavras-chave

Redes de telecomunicações, evolução nas redes de acesso, ferramentas didáticas, tomada de decisão, análise tecno-económica, Stimulearning.

resumo

O presente trabalho propõe-se examinar as actuais redes de acesso em telecomunicações numa perspectiva de progresso e evolução. São tocados os aspectos e problemáticas tecnológicas, operacionais, políticas, regulamentares e sócio-geográficas que dão uma visão global e interdisciplinar das mesmas. A isto associa-se uma enorme necessidade de desenvolvimento e expõe-se a importância do processo de tomada de decisões. Examinam-se por fim instrumentos de apoio à tomada de decisão que simulam possíveis desenlaces num ambiente concorrencial.

keywords

Telecommunications networks, evolution on access networks, didactic tools, decision-making, techno-economic analysis, Stimulearning.

abstract

This study intends to examine the current access networks in telecommunications from the perspective of progress and evolution. Technological, operational, political, regulatory and socio-geographic aspects and issues are covered providing a global and interdisciplinary point-of-view. Associated with this is an enormous need of developing and so the importance of the decision making process is exposed. Ultimately, tools that support decision making and simulate possible outcomes in a competitive environment are examined.

Índice

Índice de Figuras	XIX
Índice de Tabelas	XXIII
Lista de Siglas e Acrónimos.....	XXV
1. Introdução	1
1.1... Motivação	1
1.2... Objectivos	6
1.3... Estrutura da Dissertação	6
2. Redes de Acesso	7
2.1... Contextualização tecnológica.....	7
2.1.1 Redes antigas.....	8
2.1.1.1 Par de cobre entrelaçado	9
2.1.1.2 Cabo coaxial.....	11
2.1.1.3 Sem fios celulares	12
2.1.2 Redes de Futuro.....	13
2.1.2.1 LTE	13
2.1.2.2 WiMAX.....	14
2.1.2.3 Fibra óptica.....	14
2.2... Contextualização operacional.....	19
2.2.1 Modelos de operação:.....	21
2.2.1.1 Verticalmente integrado.....	21
2.2.1.2 Total separação.....	21
2.2.1.3 Partilha de componentes passivos.....	22
2.2.1.4 Partilha de componentes activos	22
2.2.2 Acesso Aberto	23
2.2.3 Parcerias público-privadas	26
2.2.3.1 Modelo de utilidade pública.....	28

2.2.3.2	Modelo do provedor privado único	28
2.2.3.3	Modelo de concessão	28
2.2.3.4	Modelo cooperativo	29
2.2.3.5	Modelo de habitação social	29
2.2.3.6	Modelo de coordenação	29
2.3...	Contextualização política e regulamentar	29
2.3.1	Estimulador	30
2.3.2	Regulador	31
2.3.3	Investidor	33
2.4...	Contextualização sociogeográfica	34
2.5...	Modelos de Negócio	38
2.5.1	Concorrência & Cooperação	39
3.	Evolução: desafios e abordagens	43
3.1 ...	Desafios:	43
3.2...	Abordagens:	44
4.	Instrumentos de apoio à decisão	47
4.1 ...	Análise tecno-económica	47
4.1.1	Um operador	47
4.1.1.1	Descrição do cenário	47
4.1.1.2	Análise Económica e Financeira	52
4.1.2	Vários operadores	63
4.1.2.1	Concorrência e vector qualidade	63
4.1.2.2	A ferramenta	66
4.1.2.3	Cenário ADSL - FTTH	71
4.2...	Stimulearning	74
4.2.1	Abordagem pedagógica	75
4.2.2	A ferramenta	76
4.2.2.1	Administrador	77
4.2.2.2	Participante	79
4.2.3	Decisões	82

4.2.4	Resultados.....	83
4.3...	MOB	84
4.3.1	O cenário	84
4.3.2	Estrutura	85
4.3.3	Sub-jogos	87
4.3.4	Procura	87
4.3.5	Aspectos tecnológicos e de rede	88
4.4...	Simobiz	89
4.4.1	Arquitectura do simobiz	89
4.4.1.1	Os diferentes blocos:.....	89
4.4.1.2	O cenário	90
4.4.1.3	O bloco 'Marketing'	91
4.4.1.4	O bloco 'Rede'	91
4.4.1.5	O bloco 'Pessoal'	92
4.4.1.6	O bloco 'Finanças'	92
4.4.2	Práticas de Ensino.....	92
4.4.2.1	Objectivos e meios	92
4.4.2.2	Tipo de Sessão.....	93
4.5...	Cesim	94
4.5.1	SIMCOM.....	94
4.5.1.1	Ponto de partida	94
4.5.1.2	Decisões	97
4.5.1.3	Estimativas	98
4.5.1.4	Mercado.....	99
4.5.1.5	Resultados.....	99
4.5.1.6	Meta.....	100
4.5.2	LISACOM	100
4.5.2.1	Ponto de partida	100
4.5.2.2	Decisões	102
4.5.2.3	Estimativas	104

4.5.2.4	Mercado.....	104
4.5.2.5	Resultados.....	105
4.5.2.6	Meta.....	105
4.5.2.7	Personalização de um Caso.....	105
5.	Considerações Finais	107
5.1 ...	Análise e Conclusões.....	107
5.1.1	Análise tecno-económica	108
5.1.2	Stimulearning.....	108
5.1.3	MOB.....	109
5.1.4	Simobiz	109
5.1.5	Cesim.....	110
5.2... Trabalho Futuro		111
6.	Bibliografia	113

Índice de Figuras

Figura 1-A: Utilizadores de internet por cada 100 habitantes (Adaptado. Fonte: ITU).....	1
Figura 1-B: Aplicações e necessidades na rede (fonte: fredcavezza.net).....	2
Figura 1-C: Iniciativa 'FTTH Council Europe'. (fonte: FTTH Council Europe)	3
Figura 1-D: Diferentes tipos de implementação de fibra (Adaptado. Fonte: wikipedia).....	4
Figura 1-E: Exemplos de implementações de fibra (fonte: EICTA)	4
Figura 1-F: Evolução do número de clientes de Banda Larga. (Fonte: Anacom).....	5
Figura 2-A: Esquema simplificado de uma rede de telecomunicações. Fonte: MOD	7
Figura 2-B: Soluções tecnológicas para a rede de acesso. (fonte Manuel Oliveira Duarte)	8
Figura 2-C: Rede de acesso da rede telefónica fixa. (Fonte: Manuel Oliveira Duarte)	9
Figura 2-D: Localização das centrais MDF no território nacional. (Fonte: ANACOM).....	10
Figura 2-E: compromisso distância / taxa de transmissão em redes xDSL. (Fonte: Wikimedia) ..	11
Figura 2-F: Arquitecturas HSPA e LTE. (Fonte: Teletronikk)	14
Figura 2-G: Redes FTTx. Fonte: GSBL-UA.	15
Figura 2-H: Arquitecturas e tecnologias de Redes FTTH ponto-multiponto (Fonte: ANACOM) ...	16
Figura 2-I: Arquitectura de rede ponto-a-ponto. Fonte: FTTH Council	16
Figura 2-J: Rede ponto-multiponto Ethernet Activa (fonte: FTTH Council)	17
Figura 2-K: Arquitectura genérica TDM-PON (fonte: FTTH Council).....	18
Figura 2-L: Rede WDM PON (fonte: SolidSystems)	19
Figura 2-M: Camadas da rede de acesso (Adaptado. Fonte: FTTH Council)	20
Figura 2-N: Modelos de operação (Adaptado. Fonte: FTTH Council)	21
Figura 2-O: Representação simplificada de um nó de estrangulamento na rede.	23
Figura 2-P: Tipos de investimento em PPP. (Adaptado. Fonte: EICTA)	27
Figura 2-Q: Abordagens à regulação de redes de acesso. (Fonte C. Jaag)	32
Figura 2-R: Densidade Populacional Portugal Continental. (fonte: INE)	34
Figura 2-S: Distribuição da Densidade Populacional Portugal Continental (dados: INE).....	35
Figura 2-T: Cenários territoriais. Fonte: GSBL-UA	36

Figura 2-U: Perspectivas económicas de soluções de fibra (Fonte: EICTA).....	38
Figura 2-V: ‘micro-trenching’ (fonte Aspitech).....	40
Figura 2-W: Infraestruturas que servem uma habitação (fonte: [15])	40
Figura 4-A: Configuração ADSL (simplificado). Fonte: Felix.....	48
Figura 4-B: Configuração FTTH (simplificado). Fonte: Felix.....	48
Figura 4-C: Solução FTTH com os diferentes itens e respectivos rácios. Fonte: Felix (adaptado).....	51
Figura 4-D: Os 3 cenários existentes relativamente a evolução da taxa de penetração.....	53
Figura 4-E: Investimentos anuais.....	58
Figura 4-F: Receitas	60
Figura 4-G: Representação de todos os resultados (optimista).....	61
Figura 4-H: Representação de todos os resultados (Mediano)	62
Figura 4-I: Representação de todos os resultados (pessimista).....	62
Figura 4-J: Balanço para os 3 cenários.....	63
Figura 4-K: Folha de cálculo “Parâmetros”. Fonte: Felix.	67
Figura 4-L: Folha de cálculo “Gráficos”. Fonte: Felix.	70
Figura 4-M: Folha de cálculo “Cash Balances. Fonte Felix.	71
Figura 4-N: Distribuição inicial de mercado.....	72
Figura 4-O: Distribuição final de Mercado.....	73
Figura 4-P: Distribuição de mercado ao longo da simulação.....	73
Figura 4-Q: Evolução do Cash-Balance dos operadores ao longo da simulação.	74
Figura 4-R: Visão geral. Administrador (stimulearning)	78
Figura 4-S: Visão geral. Participante (Stimulearning)	80
Figura 4-T: Visão geral (gráfico). Participante (stimulearning).....	80
Figura 4-U: Visão arquitectura de rede. Participante. (Stimulearning)	81
Figura 4-V: Estrutura do MOB e troca de informação entre módulos.	86
Figura 4-W: Arquitectura SIMOBIZ	90
Figura 4-X: Esquematização dos serviços no SIMCOM.	95
Figura 4-Y: Esquematização dos clientes no SIMCOM.	95
Figura 4-Z: SimCom. Condições iniciais do mercado (primeiro Market Outlook).....	96

Figura 4-AA: SimCom. Exemplo de ecrã de tomada de decisões – perspectiva do participante.	98
Figura 4-BB: SimCom screenshot. Decisões de uma equipa – Perspectiva do administrador.....	98
Figura 4-CC: Clientes e Serviços no LisaCom.....	101
Figura 4-DD: Exemplo de ecrã de tomada de decisões – perspectiva do participante.....	103
Figura 4-EE: Decisões de uma equipa – Perspectiva do administrador.....	104
Figura 4-FF: Resultados simplificados	105

Índice de Tabelas

Tabela 2-A: Densidade Populacional Portugal Continental (dados INE).....	35
Tabela 2-B: Valores aproximados dos custos por casa servida, em k€ (source: [12]).....	39
Tabela 4-A: Custo e rácios de partilha dos vários componentes.....	49
Tabela 4-B: Preço base de cada Item.....	49
Tabela 4-C: Formulas para os Custos Fixos e Custos de Instalação.....	50
Tabela 4-D: Valores utilizados de L1 e L2	50
Tabela 4-E: Valores das variáveis para os diferentes cenários.....	52
Tabela 4-F: Cálculo do número de utilizadores	53
Tabela 4-G: Material necessário ter em cada ano	54
Tabela 4-H: - Despesa anual em cada Item	55
Tabela 4-I: Investimento total anual	56
Tabela 4-J: Investimento acumulado (depreciado)	57
Tabela 4-K: OPEX.....	59
Tabela 4-L: Receitas	59
Tabela 4-M: Classes da curva de aprendizagem e valores de K.	68
Tabela 4-N: Parâmetros de produção em volume de equipamentos.	68
Tabela 4-O: Situação Inicial de Mercado.	71
Tabela 4-P: Opções de cada Operador ao fim de 12 unidades de tempo.	72
Tabela 4-Q: Opções de cada Operador ao fim de 24 unidades de tempo.	72
Tabela 4-R: Alguns resultados económicos no final da simulação.....	74
Tabela 4-S: Condução do treino.	93

Lista de Siglas e Acrónimos

ADSL	- Assymmetric Digital Subscriber Line
AMPU	- Average Margin Per User
ARPU	- Average Return Per User
ATM	- Asynchronous Transfer Mode
AWG	- Arrayed Wave Guide
BPON	- Broadband PON
CAPEX	- Capital Expenditure
CATV	- Community Antenna Television
CDMA	- Code Division Multiple Access
CO	- Central Office
CWDM	- Coarse Wavelength Division Multiplexing
DAB	- Digital Audio Broadcasting
DOCSIS	- Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	- Digital Subscriber Line
DSLAM	- Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTT	- Digital Terrestrial Television
DWDM	- Dense Wavelength Division Multiplexing
EBITDA	- Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
EPON	- Ethernet Passive Optical Network
FM	- Frequency Modulated
FSAN	- Full Service Access Network
FTTB	- Fiber To The Building
FTTC	- Fiber To The Curb
FTTCab	- Fiber To The Cabinet
FTTH	- Fiber To The Home
FTTN	- Fiber to the Node

FTTx	- Fibre to the x
GE	- Gigabit Ethernet
GEM	- GPON Encapsulation Method
GPON	- Gigabit Passive Optical Network
GPRS	- General Packet Radio Services
GSM	- Global Systems for Mobile communications
HDSL	- High-data-rate Digital Subscriber Line
HFC	- Hybrid Fibre/Coax
HSPA	- High-Speed Packet Access
IP	- Internet Protocol
IPTV	- Internet Protocol for Television
ISDN	- Integrated Services Digital Network
LAN	- Local Area Network
LTE	- Long Term Evolution
MAC	- Media Access Control
Mbps	- Mega bit por Segundo
MDF	- Main Distribution Frame (Repartidor Principal)
NGA	- Next Generation Access
NGN	- Next Generation Network
NPV	- Net Present Value
NRA	- Novas Redes de Acesso
OAM	- Operations, Administration and Maintenance
ODF	- Optical Distribution Frame
OLT	- Optical Line Termination
ONT	- Optical Network Termination
ONU	- Optical Network Unit
OPEX	- Operational Expenditure
PD	- Ponto de Distribuição
PON	- Passive Optical Network

POTS	- Plain Old Telephone Service
PSTN	- Public Switch Telephone Network
QoS	- Quality of Service
R&D	- Research and Development
REDIS	- Rede Digital com Integração de Serviços
SDH	- Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	- Symmetrical Digital Subscriber Line
SMS	- Short Messages Service
SR	- Sub-Repertidor
TIR	- Taxa Interna de Rentabilidade
TMD	- Time Division Multiplexing
UHF	- Ultra High Frequency
UMTS	- Universal Mobile Telecommunications System
VAL	- Valor Actual Líquido
VDSL	- Very-high-speed Digital Subscriber Line
VHF	- Very High Frequency
VoIP	- Voice over IP
WDM	- Wavelength Division Multiplexing
Wi-Fi	- Wireless Fidelity
WiMAX	- Worldwide Interoperability for Microwave Access

1. Introdução

1.1 Motivação

As telecomunicações são um dado adquirido no mundo onde vivemos. Mas, nem sempre assim o foram e a evolução deste sector continua a ocorrer a um ritmo alucinante. Os operadores de telecomunicações tradicionais eram, normalmente, associados ao serviço de telefone fixo e eram, na maior parte dos casos, entidades públicas de gestão governamental. Esta realidade mudou!

O sector das comunicações é um dos mais valiosos no panorama económico actual e os operadores são, neste momento, empresas gigantescas com bases de operação por todo o mundo. O tradicional serviço de telefone fixo não é já o centro das ofertas destas empresas.

De uma forma simplista, podemos considerar que há pouco mais de uma década, existiam dois grandes tipos de operadores de telecomunicações terrestres: os operadores de telefone fixo e os operadores de televisão por cabo. Neste curto espaço de tempo, houve um catalisador que veio mudar a forma como o sector das telecomunicações se organiza: A Internet!

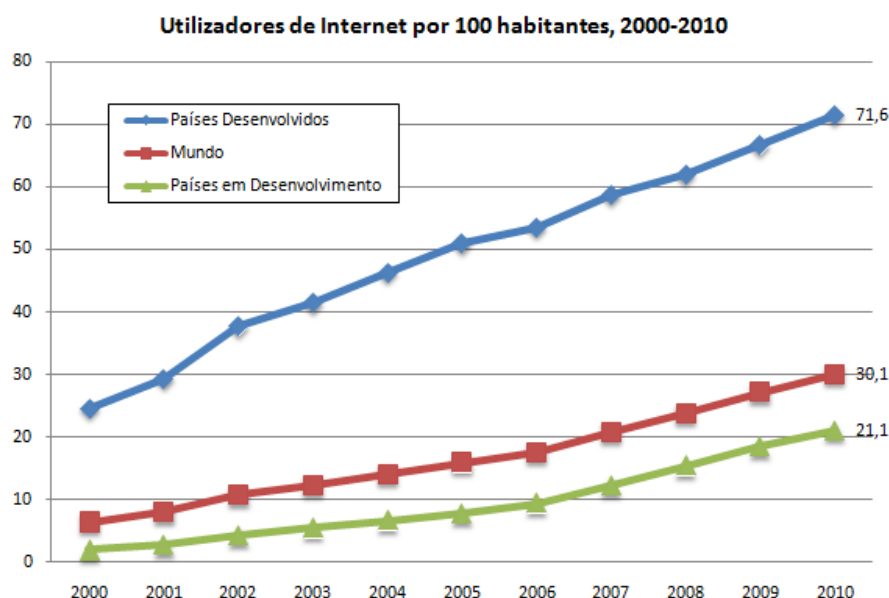


Figura 1-A: Utilizadores de internet por cada 100 habitantes (Adaptado. Fonte: ITU)

O serviço de Internet espalhou-se como um vírus na sociedade contemporânea e potenciou o desenvolvimento da mesma. Para que este serviço pudesse ser oferecido, as redes de

telecomunicações foram obrigadas a evoluir. Os consumidores acompanharam esta evolução com taxas de adesão que surpreenderam muitos sépticos. Desde os serviços Dial-Up às tecnologias RDIS, aos mais recentes xDSL, a largura de banda aumentou a par com a procura. Se pensarmos que em 2005 o youtube ainda nem existia e o facebook estava a dar os seus primeiros passos percebemos que mudámos bastante enquanto utilizadores. Agora queremos publicar, partilhar, jogar, comprar, etc, tudo on-line. Não nos imaginamos sem estar ligados. O próprio comércio e os serviços acompanharam esta evolução e já não dispensam este meio de chegar aos seus clientes.



Figura 1-B: Aplicações e necessidades na rede (fonte: fredcavezza.net)

Esta procura só pode ser satisfeita com tecnologias que proporcionem uma largura de banda bastante grande. A fibra óptica levada até à casa dos clientes (FTTH- Fiber To The Home) tem demonstrado ser uma das tecnologias com mais hipóteses de, a longo prazo, ser resistente a esta evolução constante. Com largura de banda potencialmente infinita e uma capacidade para oferecer todo o tipo de serviços, está a deixar-nos mais próximos do objectivo que, sem nos apercebermos, criámos de estar constantemente ligados.



Figura 1-C: Iniciativa ‘FTTH Council Europe’. (fonte: FTTH Council Europe)

A potencial oferta de vários serviços torna-se um atributo especialmente importante de uma tecnologia numa altura em que a convergência de serviços num único meio e numa única rede de acesso é uma realidade e está a ser abraçada pelos operadores que cada vez mais apostam em pacotes completos de serviços e que oferecem um conjunto alargado de opções, os chamados triple play (voz, dados e vídeo/tv).

Mas, nem tudo foi nem está a ser fácil. Os desafios que foram sendo apresentados aos operadores foram muitos e criaram situações bastante curiosas. Em alguns países, operadores de telefone e televisão por cabo coexistiam pacificamente e, de repente, tornaram-se concorrentes. Portugal teve, neste período uma situação interessante já que o operador histórico incluía uma rede telefónica e uma rede de televisão por cabo (ambas de cobre) e foi criado um spin-off deste, operado independentemente que ficou com a rede de televisão por cabo, ficando o operador histórico com a rede de telefone. Neste momento ambos competem na oferta dos mesmos serviços e as suas redes evoluem na direcção da substituição por fibra.

Os operadores de telecomunicações, de uma forma global, não têm feito investimentos abruptos nas redes de acesso. Os custos de instalação de redes de nova geração têm vindo a diminuir, mas ainda assim apresentam-se como bastante grandes. Por esta razão, os operadores já existentes no mercado têm optado por acções mais prudentes de substituição faseada das redes. Assim sendo, a grande maioria das redes que temos actualmente são as chamadas redes híbridas ou de transição [1]. A figura seguinte mostra a aproximação gradual destas redes híbridas a uma solução exclusiva de fibra.

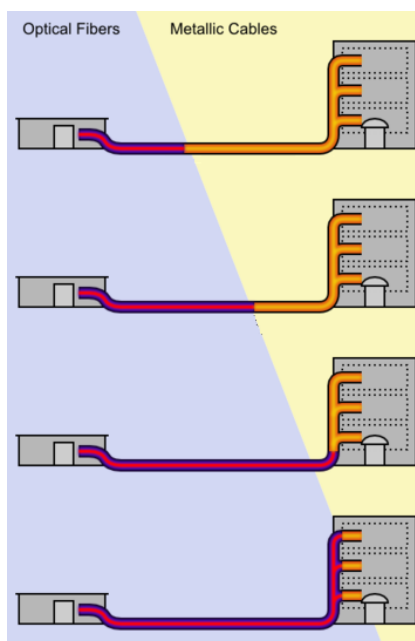


Figura 1-D: Diferentes tipos de implementação de fibra (Adaptado. Fonte: wikipedia)

Na figura seguinte, podem ainda ver-se as implicações que a aproximação da fibra ao cliente final tem na velocidade e largura de banda prestados.

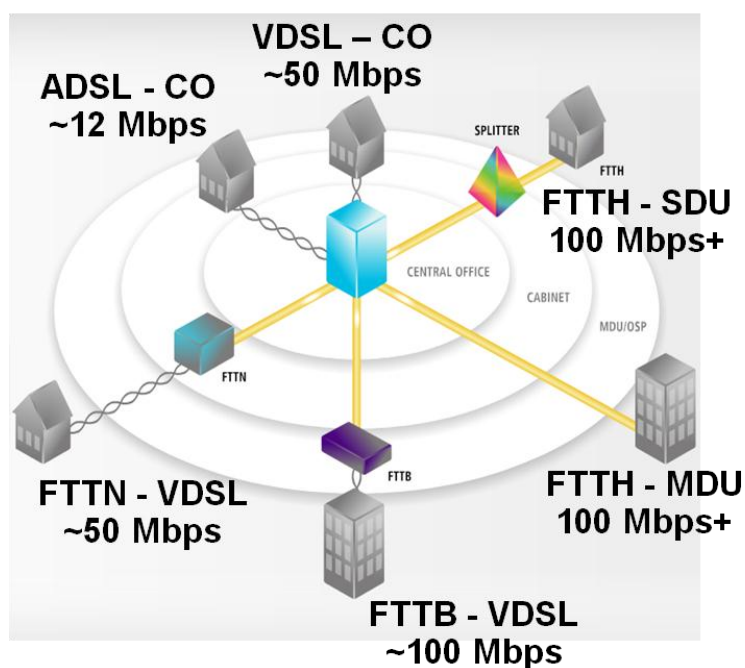
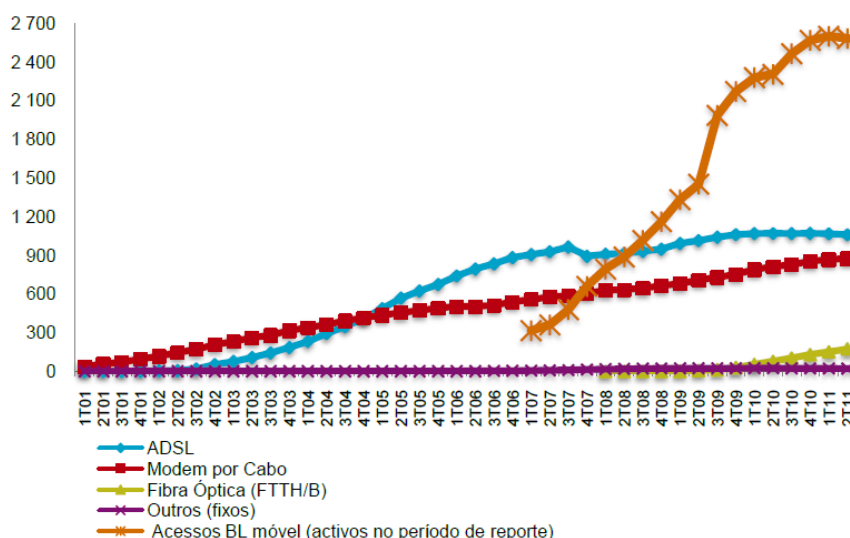


Figura 1-E: Exemplos de implementações de fibra (fonte: EICTA)

Paralelamente, as redes móveis evoluíram também e neste momento oferecem serviços de internet com taxas bastante satisfatórias e que acabam por concorrer de igual para igual com os operadores fixos na oferta deste serviço. Como pode ser observado na figura abaixo, a sua expressão ao nível de clientes particulares em Portugal, é bastante significativa. A partir de 2009 este tipo de acesso tornou-se o que apresenta uma penetração maior. Um dos factores apontados para esta grande taxa de penetração é o programa e-escolas do governo português.



Unidade: Milhares de clientes

Figura 1-F: Evolução do número de clientes de Banda Larga. (Fonte: Anacom)

Estas constantes evoluções tiveram e continuam a ter implicações muito profundas nos actores que têm um papel a desempenhar na tomada de decisões. As empresas que apostam, ou não, na renovação das suas redes de acesso necessitam de formar os seus colaboradores nestas matérias e criar neles uma consciência das implicações das decisões que possam vir a ser tomadas. Também as universidades, que formam os trabalhadores de amanhã, têm aqui um enorme desafio. E estas evoluções, por vezes, são de tal forma rápidas que acabam por não ser espelhadas nos currículos dos estudantes. Outros actores que acabam por ter também um papel decisivo são os próprios órgãos de governo local. Na maior parte das vezes, estes organismos não têm formação para acompanhar estas evoluções próprias desta área. Para se candidatarem a concursos e projectos de construção de redes de nova geração acabam por estar subjugadas à formação por vezes tendenciosa dada por empresas que por vezes têm interesses no empreendimento, podendo contaminar a credibilidade da Parceria Público Privada.

Por tudo isto, perspectiva-se que todas estas partes estejam cada vez mais interessadas em adquirir um conhecimento o mais aprofundado possível acerca dos parâmetros que podem

determinar o sucesso ou o fracasso de uma determinada implementação, bem como o impacto na evolução das redes de telecomunicações.

Tendo por base este contexto, foram aprofundadas estas problemáticas e analisadas algumas formas destes actores se inteirarem de todas estas problemáticas com auxílio de ferramentas de apoio à tomada de decisão.

1.2 Objectivos

É, então, o objectivo deste trabalho fazer um enquadramento teórico geral das redes de acesso actuais em todas as suas vertentes e impacto na sociedade. Os desafios que advêm da evolução destas redes motivam a utilização de ferramentas de apoio à tomada de decisão que estão nas mãos dos vários actores. É, também objectivo deste trabalho um estudo de algumas destas ferramentas analisando as mesmas.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta por 5 capítulos, estruturados da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Neste capítulo é apresentado a intuito do trabalho, os objectivos a serem cumpridos e a estrutura do mesmo.
- **Capítulo 2 – Redes de Acesso:** Aqui é dada a conhecer a contextualização tecnológica, operacional, política, regulamentar e sócio-geográfica e as principais problemáticas associadas das redes de acesso em telecomunicações.
- **Capítulo 3 – Evolução: desafios e abordagens:** São apresentados os principais desafios com que os principais actores se deparam e as possíveis formas como abordam os mesmos.
- **Capítulo 4 – Instrumentos de apoio à decisão:** Apresentam-se algumas ferramentas de simulação e de apoio à tomada de decisão.
- **Capítulo 5 – Considerações Finais:** Apresenta-se aqui a análise das ferramentas apresentadas no capítulo 4, as conclusões do trabalho efectuado e algumas sugestões para trabalho futuro.

2. Redes de Acesso

Neste capítulo é dada a conhecer a contextualização tecnológica, operacional, política, regulamentar e sócio-geográfica e as principais problemáticas associadas das redes de acesso em telecomunicações.

2.1 Contextualização tecnológica

Uma rede de telecomunicações pode ser encarada como um conjunto de segmentos e pode ser esquematizada de acordo com a seguinte figura:

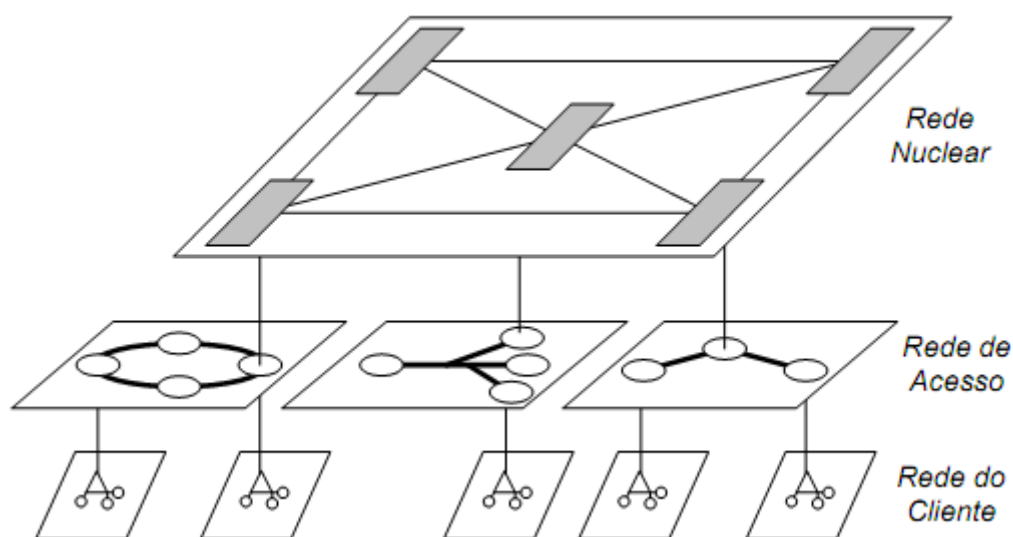


Figura 2-A: Esquema simplificado de uma rede de telecomunicações. Fonte: MOD

A rede nuclear (ou de interligação) é o segmento de rede que efectua a interligação entre diferentes redes de acesso, bem como a sua interligação à origem dos serviços disponibilizados. A transmissão de dados é, neste segmento, da mais elevada qualidade e rapidez, por forma a responder às necessidades.

No extremo oposto, temos a rede do cliente. Neste segmento estão englobadas as redes locais que ligam todos os equipamentos existentes nas instalações dos clientes e que ligam estas a um único ponto da rede de acesso. São, normalmente, redes pequenas e de gestão privada.

Por fim, temos a rede de acesso. Este segmento faz a interligação entre o segmento da rede nuclear e o segmento da rede do cliente. Apesar de conceptualmente ser simples, é neste

segmento que assistimos a uma maior ramificação e extensão, já que tem de chegar a cada utilizador de uma forma eficiente. É aqui que começamos a aperceber-nos da simbiose existente entre as questões tecnológicas das redes de telecomunicações e as questões de ordenamento do território. É, também neste segmento que incide o âmbito deste trabalho.

São muitas as tecnologias que suportam o transporte dos serviços na rede de acesso, tal como o demonstra a figura seguinte:

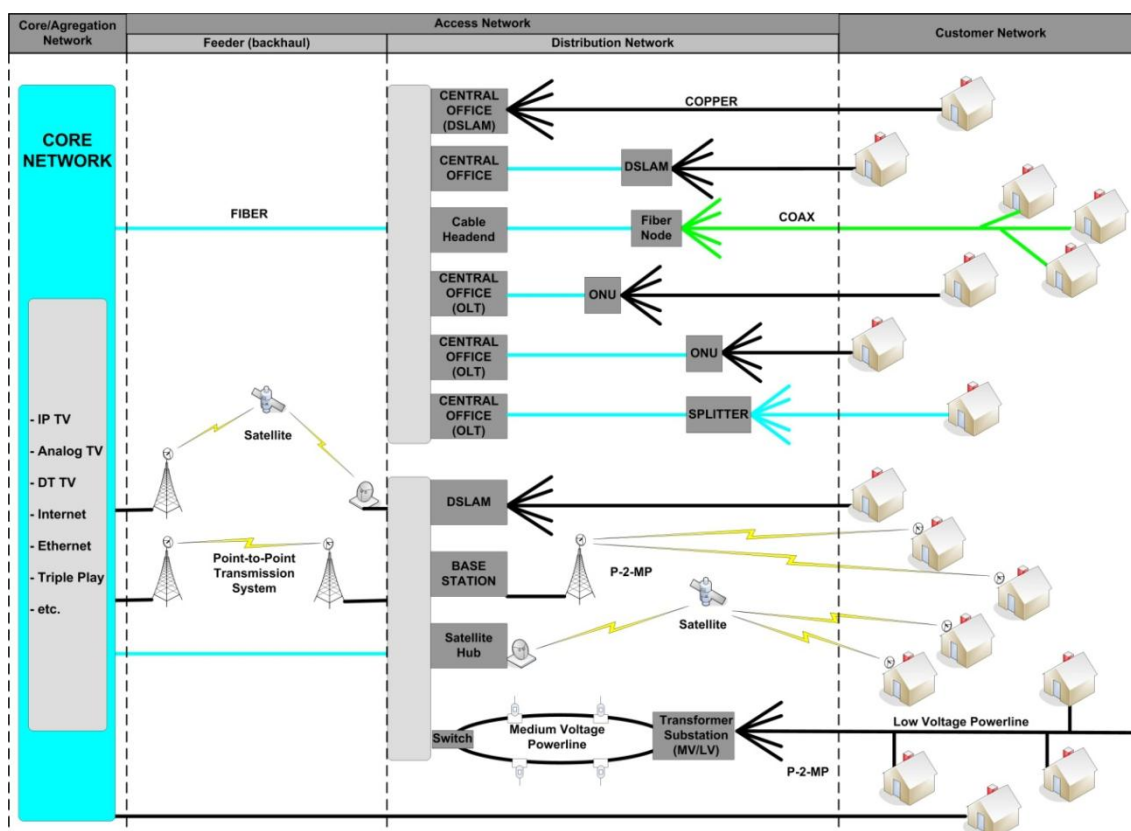


Figura 2-B: Soluções tecnológicas para a rede de acesso. (fonte Manuel Oliveira Duarte)

2.1.1 Redes antigas

São, de seguida, apresentadas tecnologias de redes de acesso que se encontram já totalmente proliferadas. Estas tecnologias já não vão ao encontro dos desafios que hoje em dia se colocam neste segmento de rede e, portanto, são as indicadas para serem substituídas.

2.1.1.1 Par de cobre entrelaçado

2.1.1.1.1 Rede telefónica fixa

As redes de telefone fixo contam com anos de serviços prestados aos clientes. Um dos serviços mais tradicionais é a voz em rede fixa (POTS). Este serviço funciona com base numa rede de comutação de voz (PSTN) constituída por uma estrutura de pares entrelaçados de cobre.

Encontrando-se totalmente disseminada pelo território nacional, faz parte do pacote de serviços básicos acordado pelo governo (o chamado serviço universal), chegando assim potencialmente a todos os cidadãos.

Uma rede de acesso desta dimensão, já instalada, implica a existência de imensos pontos de ligação e comutação. Como pode ser ilustrado pela figura seguinte temos, geralmente, um repartidor principal (MDF), sub-repartidores (SR) e pontos de distribuição (PD). O repartidor principal faz a ligação entre a rede de cabos e o equipamento de comutação, o sub-repartidor liga os cabos provenientes do ponto de distribuição ao repartidor principal e o ponto de distribuição liga estes ao chamado cabo de assinante que estabelece a ligação com as residências dos utilizadores.

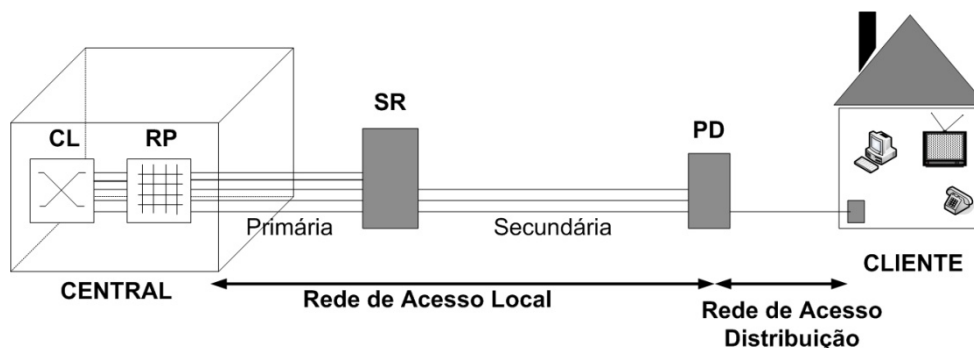


Figura 2-C: Rede de acesso da rede telefónica fixa. (Fonte: Manuel Oliveira Duarte)



Figura 2-D: Localização das centrais MDF no território nacional. (Fonte: ANACOM)

Uma evolução desta rede foi a possibilidade de integrar na mesma tráfego de dados através das tecnologias RDIS e ISDN. Ainda assim, com o rápido aumento da necessidade de largura de banda estas tecnologias tornaram-se obsoletas.

2.1.1.1.2 Rede xDSL

A dimensão e proliferação das redes telefónicas fixas criaram incentivo para que fossem aproveitadas, ainda que parcialmente. O investimento em algumas infraestruturas já se encontrava feito e muitas tecnologias que foram aparecendo basearam-se nestas redes. Uma das mais bem-sucedidas foram as redes xDSL. Através do desenvolvimento de técnicas de modulação e compressão espectral, são capazes de transmitir a débitos consideráveis, sendo ainda hoje bastante utilizadas. Para que isto fosse possível, os sinais de voz foram otimizados para que fossem transmitidos numa banda restrita e foram removidos os filtros que impossibilitavam uma transmissão em frequências mais elevadas. Assim, os dois sinais são transmitidos no mesmo meio físico em simultâneo sendo separados nas residências dos utilizadores e nas centrais de comutação e enviados para equipamentos distintos (Modem DSL e Terminais PSTN).

As redes xDSL contêm um conjunto alargado de tecnologias e evoluções das mesmas que variam nas velocidades suportadas, simetria das mesmas ou até no próprio alcance suportado. Exemplos destas tecnologias são o ADSL, o SDSL, o VDSL, etc. É importante referir que uma dos compromissos mais pertinentes nesta tecnologia é exactamente o da distância em relação à taxa de transmissão, como pode ser ilustrado pela figura seguinte:

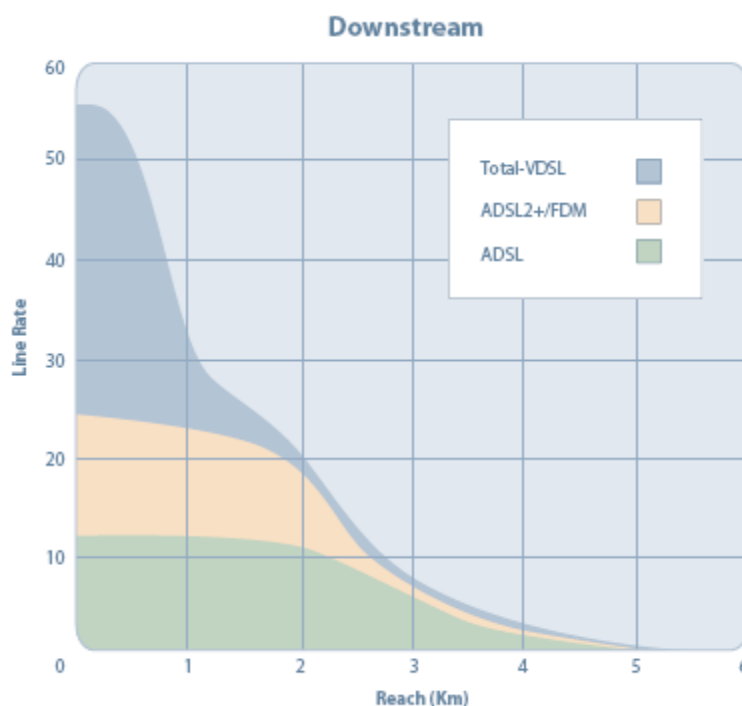


Figura 2-E: compromisso distância / taxa de transmissão em redes xDSL. (Fonte: Wikimedia)

As vantagens económicas deste tipo de redes, nomeadamente no que respeita ao aproveitamento de infraestrutura já existente são evidentes. A largura de banda oferecida por estas redes já é suficiente para poder suportar serviços e aplicações tais como VoIP e IPTV. Ainda assim, a qualidade de serviço pode não ser a desejável, especialmente quando aumentamos a distância.

2.1.1.2 Cabo coaxial

As redes de cabo coaxial, como por exemplo, as redes CATV (Community Antenna Television) foram instaladas com o objectivo de distribuir sinais de vídeo. Inicialmente utilizando uma lógica de difusão onde todos os utilizadores recebiam o mesmo sinal e as transmissões eram feitas apenas no sentido descendente, foram evoluindo para uma compartimentação das frequências que

permitiam também uma comunicação no sentido ascendente. Desta forma, estas redes suportam uma variedade grande de serviços.

Mais recentemente surgiram as redes HFC utilizando não só cabo coaxial, mas também fibra óptica em alguns troços através de uma estrutura em árvore.

Tal como nas redes DSL, as redes de cabo coaxial foram evoluindo no sentido de conseguirem aproveitar alguma da infraestrutura já instalada, reduzindo assim os custos de instalação.

Existem várias normas que definem o modo como o transporte de dados nestas redes se realiza, como é o caso das normas DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).

2.1.1.3 Sem fios celulares

Na categoria de redes de acesso sem fios, encontram-se todas as redes que utilizam o espectro electromagnético como meio de transmissão. Ainda assim, para que estas redes se mantenham, é necessário que estejam interligadas por meios físicos como a fibra óptica ou mesmo pares de cobre.

As redes de difusão em espaço livre são as redes sem fios mais tradicionais e continuam a ser as mais abrangentes em termos territoriais. Estas têm a capacidade de se dirigirem a vários utilizadores ao mesmo tempo, podendo a difusão ser não endereçada (acesso possível de todos os utilizadores) ou endereçada (a um grupo restrito de utilizadores). Não possuem, no entanto, o chamado canal de retorno, ou seja, a transmissão é feita somente no sentido descendente não permitindo a interacção do utilizador por esta via (este limita-se a receber). Evoluções nestas redes têm vindo a verificar-se, nomeadamente para uma melhoria na experiência de serviço e também para um aumento na eficiência espectral do meio. Exemplos disto são o DAB (Digital Audio Broadcasting) e o DTT (Digital Terrestrial Television).

Por outro lado, as redes celulares possuem uma comunicação nos dois sentidos. Foi devido a este tipo de redes que surgiu o telemóvel.

2.1.1.3.1 GSM/GPRS

A rede GSM (Global Systems for Mobile communications) foi revolucionária ao permitir telefonia móvel e continua, ainda hoje em dia a ser uma das redes mais utilizadas na Europa. Esta rede de telecomunicações permite a transmissão de dados, voz e ainda alguns serviços complementares, como é o caso do SMS (Short Messages Service). A taxa máxima de transmissão de dados é, no entanto, de 14.4kbps.

A evolução da rede GSM deu-se através da tecnologia GPRS (General Packet Radio Service), que é uma tecnologia que permite que a informação em forma de dados seja emitida e recebida

através de uma rede de telefones móveis. Assim, esta tecnologia serve como um complemento à rede GSM, passando a existir duas redes em paralelo: a rede GSM responsável pelo tráfego de voz (comutação de circuitos) e a rede GPRS responsável pelo tráfego de dados (comutação de pacotes). As taxas de transmissão ascendem, assim, as 171kbps.

2.1.1.3.2 UMTS

O UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), que foi projectado para continuar o sucesso global do GSM, é no fundo uma continuação do GPRS que permite oferecer serviços multimédia de alta velocidade. Utilizando CDMA (Code-Division Multiple Access), consegue oferecer taxas de transmissão que ultrapassam os 2Mbps. De forma a facilitar a passagem para UMTS, é possível acomodar vários sistemas rádio (GSM, GPRS, UMTS) num mesmo equipamento.

A tecnologia HSPA (High Speed Packet Access) permite um aproveitamento ainda maior de redes baseadas em UMTS, elevando as taxas de transmissão aos 21Mbps. Este tipo de tecnologia consegue apresentar-se como uma solução viável para tráfego de banda larga na rede móvel e consegue-o sobrepondo vários protocolos que permitem uma comunicação por dados a alta velocidade.

2.1.2 Redes de Futuro

Ao contrário das redes de acesso apresentadas até aqui, as apresentadas de seguida possuem evoluções consideráveis que fazem delas uma possibilidade para enfrentar os desafios que se colocam neste segmento de rede.

2.1.2.1 LTE

A tecnologia LTE (Long Term Evolution) apareceu como uma evolução do UMTS numa tentativa de melhorar o acesso aos dados numa altura em que o crescimento de aplicações e funcionalidades nos serviços exigem uma maior largura de banda. O protocolo IP torna-se, então o protocolo de eleição para transportar os vários tipos de tráfego, permitindo assim uma melhor integração entre todos os serviços multimédia.

A arquitectura de uma rede LTE pura pode ser esquematizada na figura seguinte e é bastante simplificada devido às interfaces serem baseadas no protocolo IP.

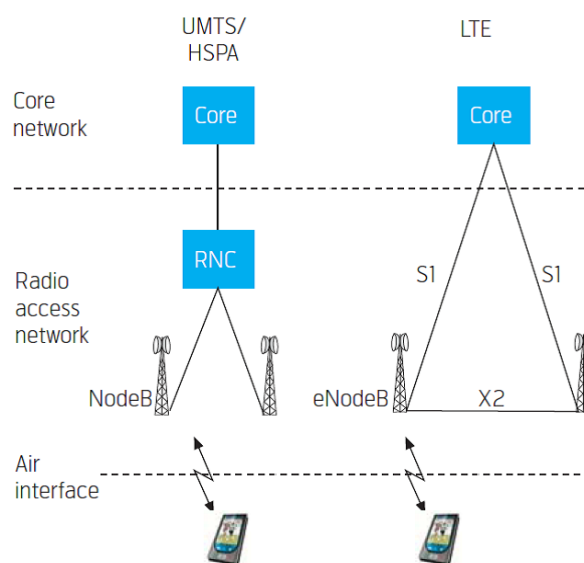


Figura 2-F: Architecturas HSPA e LTE. (Fonte: Telektronikk)

2.1.2.2 WiMAX

A tecnologia WiMAX apresenta a grande desvantagem de ter de ser instalada de raiz não aproveitando elementos já instalados. Ainda assim, esta tecnologia que inicialmente foi pensada para acessos fixos sem fios, logo evoluiu para oferecer acessos móveis. Permite velocidades de 40Mbps ao longo de distâncias até 10kms. Esta tecnologia pode ser comparada a uma rede doméstica (WiFi) em maior escala no que diz respeito à partilha da largura de banda pelos vários utilizadores que estiverem ligados em simultâneo, sendo que quanto maior for este número, menor será a largura de banda disponível para cada um.

2.1.2.3 Fibra óptica

As soluções de fibra óptica surgiram no mercado como uma possível solução resistente a longo prazo na resolução dos problemas de estrangulamento tecnológico na oferta de acesso de banda larga que permita serviços de voz, vídeo e dados com um nível de QoS adequado.

2.1.2.3.1 Redes FTTx

Qualquer rede de telecomunicações que utilize fibra óptica pode ser designada por uma rede FTTx. Existem, no entanto, algumas denominações mais explicativas que nos permitem ter noção de quão pura é a rede de fibra, tal como pode ser visto na figura seguinte:

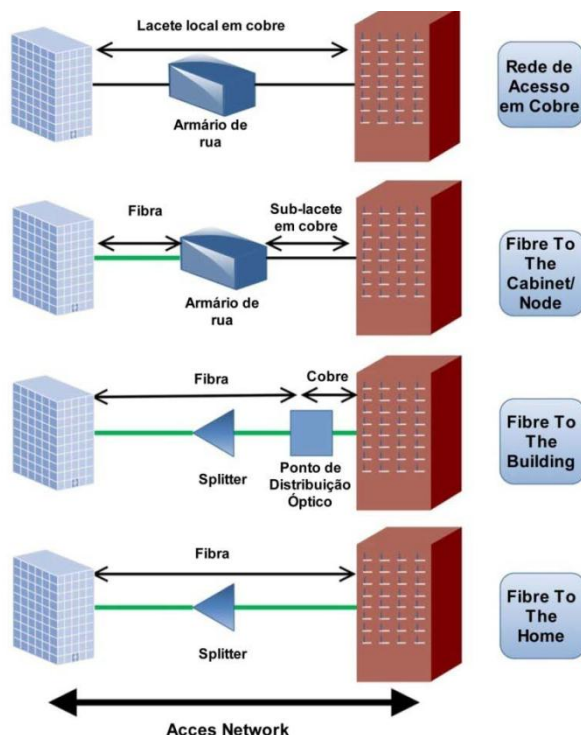


Figura 2-G: Redes FTTx. Fonte: GSBL-UA.

Assim, uma rede FTTN (node) ou FTTCab (cabinet) apresenta-se como uma rede onde os cabos de fibra óptica terminam no armário de rua e, de aí em diante são utilizados os cabos metálicos já instalados anteriormente. Esta solução é bastante semelhante a uma rede FTTC (curb), sendo que a diferença entre elas se situa na distância em que é utilizado o cabo metálico. Na solução FTTC esta distância não pode ser maior do que aproximadamente 300 metros.

Uma rede FTTB (building) existe quando a fibra chega até à entrada do edifício, sendo a distribuição pelos vários utilizadores feita através de cabos metálicos já existentes. Por seu lado, uma rede FTTH (home) apresenta-se como a solução mais pura possível, na qual a fibra óptica está presente até à casa do utilizador final.

Estas implementações demonstram o carácter de investimento faseado que torna a fibra óptica cada vez mais atractiva para os operadores. Muitas das implementações mencionadas anteriormente como por exemplo, o VDSL são já implementações parciais de fibra óptica.

As redes FTTH/B/P (nomeadamente as FTTH) podem ser implementadas através de arquitecturas ponto-multiponto ou ponto-a-ponto. A arquitectura ponto-multiponto subdivide-se, em termos de possíveis tecnologias, em Ethernet Activa e PON e esta última em TDM/PON e WDM-PON.

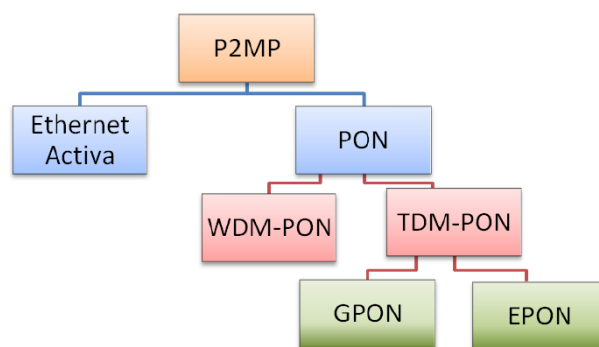


Figura 2-H: Architecturas e tecnologias de Redes FTTH ponto-multiponto (Fonte: ANACOM)

2.1.2.3.2 Arquitectura ponto-a-ponto

A arquitectura ponto-a-ponto é a mais simples do ponto de vista conceptual. Com esta arquitectura, será instalada uma fibra directamente entre a instalação do cliente e a Central (Central Office/ODF). De uma forma sucinta, a arquitectura ponto-a-ponto apresenta uma fibra por cada cliente, ou seja há um laser emissor e um receptor dedicados a cada um dos clientes. Nesta arquitectura toda a largura de banda disponibilizada pelo OLT (nessa fibra) é atribuída a um único cliente.

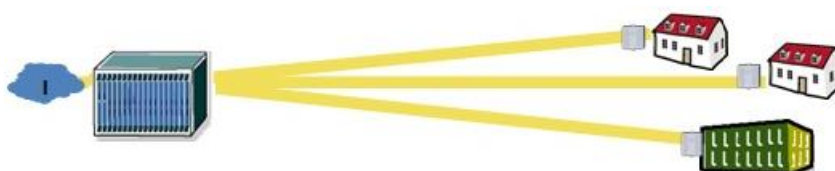


Figura 2-I: Arquitectura de rede ponto-a-ponto. Fonte: FTTH Council

As redes ponto-a-ponto permitem débitos mais elevados e a prestação de um melhor serviço, dado que não há qualquer partilha do meio físico e, por outro lado, são mais flexíveis, pois qualquer mudança (substancial) ao nível dos débitos fornecidos implica apenas alteração do equipamento activo nos dois extremos da ligação e não na infraestrutura óptica. Também implica maior segurança, pois o OLT dedicado fica imune a possíveis perturbações provocadas por outros utilizadores na rede. A contrapartida é um maior investimento inicial na instalação de fibra óptica adicional, maior ocupação de espaço físico e maior consumo de energia na Central dado que implica um terminal de linha óptica por cliente (OLT).

2.1.2.3.3 Arquitectura ponto-multiponto

A arquitectura ponto-multiponto tem um porto no OLT por cada N clientes e subdivide-se em redes Ethernet Activa e PON.

2.1.2.3.3.1 Ethernet activa

Na arquitectura Ethernet Activa, o ponto de derivação é um nó activo, normalmente um comutador Ethernet, que é usado para agregar tráfego proveniente de diferentes clientes (Optical Network Termination, ONT). Das arquitecturas ponto-multiponto, é a que requer maior investimento na rede exterior, pois para agregar as fibras ligadas directamente aos clientes finais, esta arquitectura exige que os comutadores Ethernet sejam instalados em armários protegidos entre a Central e as instalações dos clientes, sendo necessário por isso ter em consideração questões ligadas à alimentação de energia e controlo de temperatura dos equipamentos activos. A um nível lógico funciona de modo análogo a uma rede ponto-a-ponto.



Figura 2-J: Rede ponto-multiponto Ethernet Activa (fonte: FTTH Council)

2.1.2.3.3.2 Arquitectura PON

Esta arquitectura ao invés da Ethernet Activa não exige qualquer electrónica (elementos activos) na rede óptica. Para partilhar recursos utiliza divisores ópticos passivos (splitter) no caso da TDM-PON ou repartidor/combinador no caso da WDM-PON.

Os ONT partilham a mesma fibra (de alimentação, ligada à central) e o mesmo porto no OLT, tornando-se necessário usar técnicas de acesso múltiplo para evitar colisões na comunicação entre o utilizador final e a central. Deste modo, as redes PON dividem-se em redes TDM-PON e WDM-PON, com as primeiras a operarem no domínio do tempo (ou seja, não é permitido que dois ONTs transmitam no mesmo instante) e as segundas a operar no domínio do comprimento de onda (ou seja, cada ONT transmite num comprimento de onda distinto).

2.1.2.3.3.2.1 TDM-PON

Como já referido, nas redes TDM-PON (EPON ou GPON) é utilizado um splitter que no sentido descendente, divide o sinal óptico que chega do OLT e o envia para cada ONT e, no sentido ascendente, combina cada um dos sinais ópticos, com o mesmo comprimento de onda, emitidos por cada um dos ONT, num só feixe, o que reduz o custo de agregação fora da central, uma vez que o divisor óptico tem um custo reduzido, não requer alimentação de energia e exige pouca ou nenhuma manutenção.

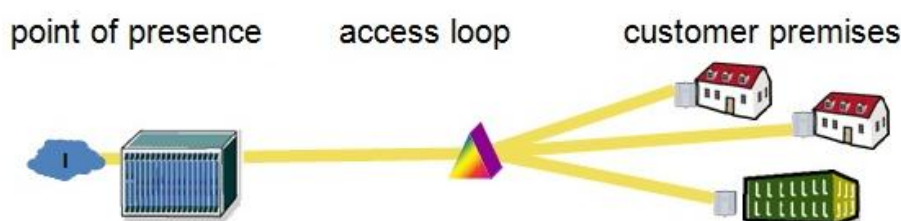


Figura 2-K: Arquitectura genérica TDM-PON (fonte: FTTH Council)

Actualmente, nas redes TDM-PON, a concentração máxima de assinantes por OLT é de 64 (no caso de ser GPON) e a distância máxima entre equipamentos activos é de 20 km. No entanto, a distâncias maiores corresponde, devido às atenuações envolvidas, uma concentração menor, tipicamente de 32. Por outro lado, a largura de banda máxima a disponibilizar aos utilizadores pode também determinar uma concentração menor. Actualmente estão em desenvolvimento novas soluções que permitirão maiores distâncias e com a mesma ou mesmo maior concentração de assinantes (por OLT e/ou splitter).

2.1.2.3.3.2.2 WDM-PON

Outra tecnologia PON, em vias de definição ao nível da normalização, é WDM-PON, que suporta vários comprimentos de onda, podendo assim ser utilizada como uma rede ponto-a-ponto (um comprimento de onda por cliente) ou como uma rede ponto-multiponto como vários operadores a utilizarem a mesma rede (um comprimento de onda por operador - rede WDM GPON) de modo a que cada um use a rede como se de uma GPON própria se tratasse.

As redes WDM-PON subdividem-se em CWDM (Coarse-WDM) e DWDM (Dense-WDM). É esperado que até 40 ou mais clientes sejam servidos por uma única fibra de acesso na variante DWDM e 8 no CWDM.

A topologia física do WDM-PON é semelhante à do EPON e GPON, mas o nó de repartição apresenta algumas diferenças. No caso do DWDM, este ponto da rede é constituído por um

splitter juntamente por um combinador, que combina os sinais ópticos de cada ONT num só e envia para o OLT, e por um (des)combinador designado por Arrayed WaveGuide (AWG) que encaminha os diferentes comprimentos de onda para os diferentes ONTs. No caso do CDWM, o ponto de repartição é constituído por vários equipamentos WDM e (des)combinadores CWDM.

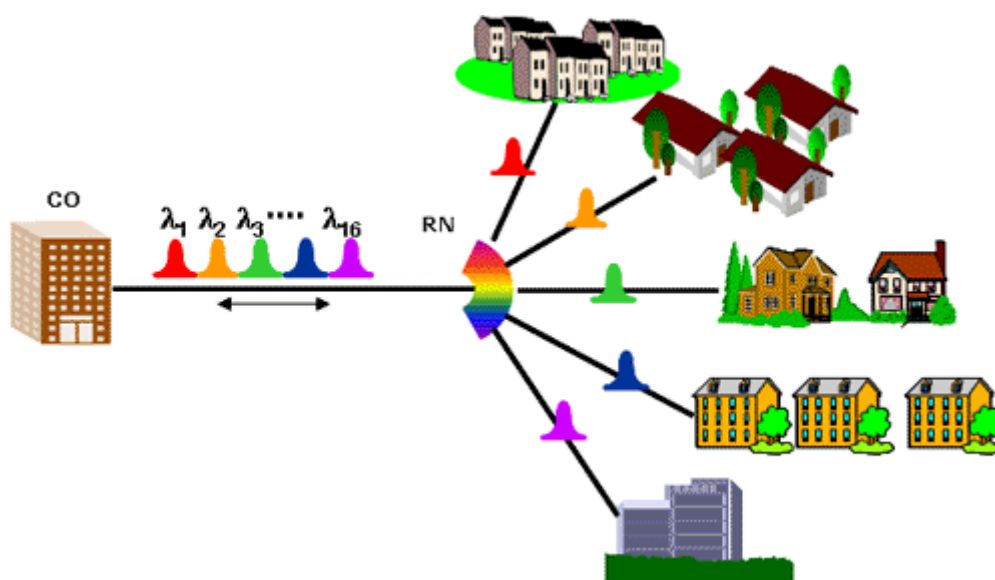


Figura 2-L: Rede WDM PON (fonte: SolidSystems)

Esta tecnologia suporta qualquer serviço (Ethernet, TDM, ATM, etc.) de modo transparente e com débitos por comprimento de onda muito elevados (actualmente até 10 Gbps) numa topologia lógica ponto-a-ponto.

A tecnologia WDM-PON ainda não está normalizada nem adoptada, por razões relacionadas com os desafios tecnológicos, dado que no OLT é necessário um conjunto de lasers, (um por cada comprimento de onda), o que tem implicações ao nível dos custos. Para além destes aspectos, a aquisição de um AWG deverá implicar um maior investimento do que o necessário para os splitters utilizados numa PON tradicional.

2.2 Contextualização operacional

Os operadores de telecomunicações actuam, geralmente no segmento da rede de acesso. Este segmento pode ser interpretado como um conjunto de camadas sobrepostas, onde cada camada tem uma funcionalidade específica.

De uma forma generalista, como pode ser visto na figura seguinte, devem ser consideradas três camadas: infraestrutura passiva, a rede activa e os serviços.

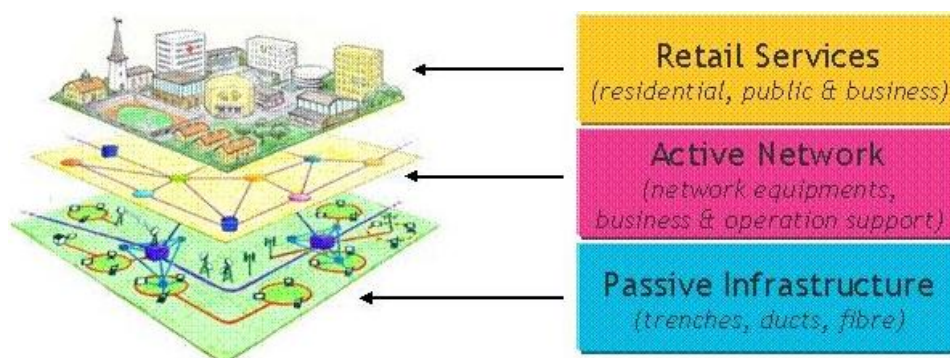


Figura 2-M: Camadas da rede de acesso (Adaptado. Fonte: FTTH Council)

A camada da infraestrutura passiva inclui todos os elementos físicos necessários para a construção da rede de fibra. Aqui incluem-se o cabo de fibra óptica, as antenas, as valas, as condutas ou os postes, as caixas de rua, os quadros de distribuição, os painéis de assemblagem, as prateleiras de união, etc.

A camada da rede activa refere-se à rede de equipamentos electrónicos necessários para alimentar a infraestrutura passiva, bem como todos os sistemas de apoio à operação necessários para a comercialização da conectividade. Por exemplo, os Routers ou os ONUs.

Finalmente, a camada dos serviços é onde a conectividade é empacotada como um serviço para os clientes, sejam eles empresariais ou particulares.

Os investimentos necessários e o tempo de vida das instalações são maiores na camada da infraestrutura passiva e menores à medida que subimos à camada dos serviços. Por outro lado, é na camada dos serviços que assistimos, neste momento a um maior progresso tecnológico e, portanto, é aqui que é expectável maior potencial para a inovação. [2]

Na perspectiva de um operador, o planeamento da contenção dos custos nas diversas camadas é um elemento essencial para a sua prosperidade. Desta forma, existem diversos mecanismos e modelos de negócio que podem ser adaptados e que permitem, em algumas circunstâncias e de acordo com algumas condições, melhorar o desempenho dos operadores. Os custos de algumas camadas podem ser reduzidos se forem partilhados. A partilha de alguma infraestrutura e elementos passivos pode ser até, em alguns casos, uma imposição do regulador do sector. Seja como for, esta é uma solução cada vez mais apontada e que permite alargar as margens de lucro, dos operadores, como pode ser visto adiante.

2.2.1 Modelos de operação:

Os operadores podem optar por estar presentes em todas as camadas da rede ou, pelo contrário, em apenas uma. Por vezes isto é imposto pelo próprio regulador. Utilizando a esquematização do FTTH Council para as redes de fibra podemos generalizar a mesma para as redes de telecomunicações, detidas por um determinado operador, da seguinte forma:

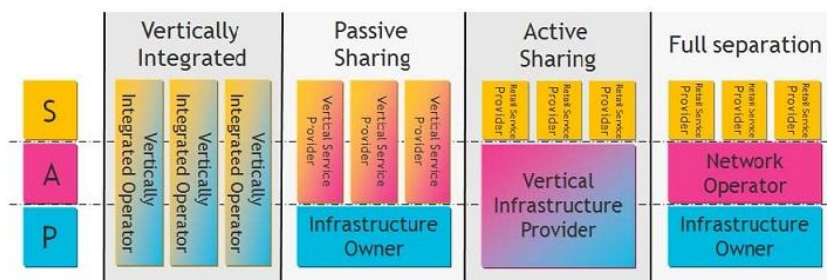


Figura 2-N: Modelos de operação (Adaptado. Fonte: FTTH Council)

2.2.1.1 Verticalmente integrado

O modelo verticalmente integrado implica que o operador controla as três camadas da rede sem partilhar nenhuma. Consequentemente, se um segundo operador quiser oferecer os mesmos serviços na mesma área, terá de construir a sua própria infraestrutura, operar a mesma e comercializar os seus serviços junto dos utilizadores finais. Isto é um claro exemplo de concorrência ao nível da infraestrutura.

Neste caso, cada operador pode escolher livremente o tipo de tecnologia para oferecer um determinado serviço aos seus clientes.

Nesta situação, o operador suporta todo o investimento necessário em todas as camadas da rede. Por outro lado, todas as receitas são também exclusivamente suas. Os modelos de negócio baseados neste tipo de modelo de operação são extremamente arriscados e requerem uma enorme e complexa gestão mas, no caso de sucesso, são também extremamente gratificantes.

2.2.1.2 Total separação

Este modelo divide a posse das diferentes camadas. Assim sendo, cada camada é detida por um organismo diferente. Desta forma, um dono da infraestrutura passiva gera receitas através do fornecimento desta ao operador da rede activa que, por sua vez, oferece acesso de banda larga aos provedores de serviços. Este modelo exige que todos os sistemas sejam tão

tecnologicamente credíveis e flexíveis quanto possível. É normalmente este modelo de operação que vigora quando se fala de modelos de negócio ‘open-access’.

2.2.1.3 Partilha de componentes passivos

Neste modelo a infraestrutura passiva é detida e rentabilizada por uma ou mais entidades que servem os operadores. As camadas de rede activa e dos serviços são detidas por organizações diferentes (operadores), que se diferenciam dos primeiros. Vários provedores de serviços podem partilhar a mesma infraestrutura passiva, mas têm de investir em equipamentos da rede activa, em operação dos mesmos, em serviços e em promoção.

Este modelo de operação reduz o investimento em construção mas o operador está sempre dependente da capacidade técnica, do dono da infraestrutura passiva, de gestão atempada de qualquer mau funcionamento que possa ocorrer.

2.2.1.4 Partilha de componentes activos

Neste modelo de operação, uma ou mais organizações detêm a infraestrutura passiva e operam a rede activa. Os donos destas infraestruturas verticais oferecem acesso de banda larga aos diversos provedores de serviços que irão concorrer uns contra os outros. O quadro regulador associado a este tipo de modelo incide especialmente sobre a oferta de banda larga e vai no sentido de encorajar a concorrência ao nível dos serviços.

Neste modelo, na perspectiva de um operador provedor de serviço, os custos de investimento são bastante reduzidos pelo que pode ser um modelo bastante aliciente.

Estes modelos desafiam os reguladores de formas muito diferentes. No modelo verticalmente integrado, a questão principal a ser regulada é o acesso às infraestruturas públicas.

No lado oposto está o modelo de total separação, onde a concorrência é estimulada ao nível dos serviços e se motiva que o acesso às infraestruturas e a operação da rede sejam os mais neutros e imparciais possíveis.

No meio, estão os modelos de partilha de uma parte da rede. O modelo de partilha da infraestrutura passiva exige uma regulação do acesso a essa infraestrutura e o modelo de partilha da rede activa exige uma regulação na operação da rede.

O interesse de um proprietário pode parar em qualquer uma das três camadas da cadeia de valor. Aliás, a mesma organização pode até ter diferentes interesses dependendo da área geográfica

onde se encontra, devido não só ao próprio mercado mas também à disponibilidade de potenciais parceiros.

Tal como explicado atrás, cada modelo operacional apresenta as suas oportunidades e os seus desafios. Saber qual é o modelo operacional existente em cada área é crucial para um potencial proprietário, já que este modelo determina o modelo de negócio a seguir e permite adequar os investimentos. Outros factores que devem ser bastante valorizados para a compreensão destes modelos operacionais são a regulação, o ambiente concorrencial e as próprias competências e actividades empresariais da área.

2.2.2 Acesso Aberto

Durante anos, as redes de acesso têm vindo a enfrentar um estrangulamento técnico e económico no chamado 'lacete local'. Após a evolução a que assistimos nos últimos anos, o problema do estrangulamento técnico desapareceu, já que estas redes deixaram de apresentar limitações no que toca à variedade de pacotes de serviços que podem ser suportados. No entanto, se não houver um número adequado de redes de acesso alternativas (ou partilha das mesmas) em cada casa servida, o estrangulamento económico subsiste.

Este tipo de estrangulamentos acontece nos pontos ou elementos da rede pelos quais todos os produtos têm de passar para chegar aos utilizadores finais, as chamadas 'bottleneck facilities' (nós de estrangulação, em português). Estamos a falar, por exemplo, de um túnel por onde têm de passar as fibras ou as fibras que podem já estar implementadas (exemplos de infraestrutura passiva), mas também do próprio serviço de banda larga oferecido por um operador de rede activa que é oferecido a vários provedores de serviço em simultâneo (exemplo de elementos da rede activa).

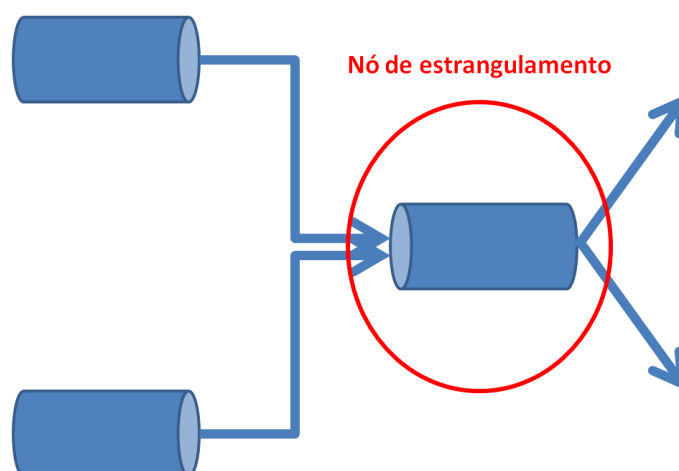


Figura 2-O: Representação simplificada de um nó de estrangulamento na rede.

Uma opção óbvia seria a construção de novas instalações ou o melhoramento dos elementos existentes para que o estrangulamento fosse aliviado. No entanto, seja por motivos económicos ou reguladores, isto nem sempre é possível.

Quando a capacidade é limitada num determinado ponto, é necessário tomar decisões para priorizar a entrega ou o acesso. Isto implica que sejam criados critérios de qualidade ou eficiência.

É aqui que é definido o conceito de acesso aberto. Na sua forma mais abstracta, o 'open-access' permite que múltiplos concorrentes partilhem os nós de estrangulamento, sendo este acesso considerado aberto se for suficientemente não discriminatório. [3]

Significa isto que todos os concorrentes deverão poder aceder ou usufruir do nó de estrangulamento de acordo com os custos e termos de qualidade equivalentes.

Na maior parte dos casos, os nós de estrangulamento são detidos e operados por uma determinada organização que também compete no mercado. Mesmo nestes casos, ninguém deverá ser discriminado, nem mesmo o detentor dos elementos. Esta implementação assegura um ambiente económico e técnico justo.

No caso de um nó de estrangulamento na infraestrutura passiva, um provedor do serviço de internet (ISP) pode aceder a esta instalação ficando dependente dos modelos operacionais do proprietário da mesma e investir muito menos do que se tivesse de construir a mesma. Ainda assim, são muitos os investimentos necessários. Investimentos, esses que implicam a existência de uma dimensão de mercado mínima para que o projecto tenha viabilidade. Isto cria um limite no número de ISPs que podem coexistir de forma sustentável numa determinada infraestrutura.

Do ponto de vista de um cliente, existe acesso aberto eficaz, se este puder escolher de entre múltiplos provedores de serviço que se sirvam de um elemento comum e que ofereçam serviços que possam ser considerados similares. Esse rol de ISPs não deverá ser constrangido pela incapacidade dos concorrentes em obter acesso. [3]

Uma boa implementação deste tipo de redes e práticas protege a competição e os utilizadores finais do potencial abuso da monopolização do mercado dos elementos essenciais da rede. Mas, isto não é sempre o que acontece. O dono destes elementos pode procurar explorar mercado, não partilhando esse elemento, praticando preços abusivos de acesso ao elemento ou ainda discriminando entre utilizadores. É relativamente fácil priorizar os seus clientes em detrimento dos clientes de outros ISP, ou atrasar o acesso a condutas ou caixas de rua em caso de avaria. Estes receios fazem com que muitas vezes o acesso aberto não seja considerado como uma estratégia segura e convincente.

Em resposta a estas ameaças, o acesso aberto é quase sempre acompanhado de um conjunto de regras e regulamentações que ajudam a balançar estas tentativas de romper a igualdade. Apesar

de este tipo de regulamentações serem muito variadas, existem algumas linhas gerais comuns a todas elas:

- Regulação dos preços (desde a tradicional regulação da taxa de retorno ao estabelecimento de um preço máximo baseado no custo);
- Estabelecimento de termos e condições relativas à forma como o acesso é cedido;
- Restrições no tipo de negócio que podem limitar a diversidade de actividades em que o detentor do nó de estrangulamento se pode envolver.

Muitos actores estão implicados no modelo de acesso aberto e podem ter papéis muito diferentes no âmbito das diferentes camadas da rede. A escolha técnica de como é que a oferta é implementada, nomeadamente em que camada da rede, tem implicações importantes na alocação de custos e responsabilidades entre os fornecedores de nó de estrangulamento e os provedores de serviços, e a diversidade de serviços que podem ser oferecidos pelos provedores e o tipo de escolha experienciada pelos utilizadores finais.

É largamente assumido que a capacidade de acesso à banda larga por parte do consumidor tem grandes benefícios para a sociedade. Assim sendo, a abertura do acesso a terceiros permite que eles ofereçam os seus serviços na rede. Isto, em última instância, melhora a própria sociedade e aumenta as possibilidades de negócios.

Outra questão que se levanta quando falamos de acesso aberto é a das novas tecnologias de banda larga sem fios (LTE ou WiMax) que são alimentadas por estações base que, por sua vez, necessitam de ser alimentadas por fibra óptica. Tendo em conta que estas antenas estão muitas das vezes no topo de edifícios, a instalação de redes de fibra pode tornar-se muito rentável. Aliás, a maior parte das empresas que estão neste momento a instalar redes de fibra têm isto em conta. Muitas empresas cujos planos iniciais passavam pelo modelo operacional verticalmente integrado, consideram, cada vez mais, a abertura das suas redes, ainda que em ambientes não regulados nesse sentido.

Outros actores importantes no acesso aberto são os municípios que podem fornecer condutas e outras instalações de colocação da rede (parte da infraestrutura passiva). Assim sendo, os concorrentes podem instalar os seus próprios troços de fibra e componentes electrónicos. Esta solução aumenta os custos necessários para que um novo actor inicie o seu negócio e minimiza a extensão de rede partilhada, quando comparada com soluções de provedores de serviço apenas na camada dos serviços. Uma comunidade ou um grupo de residentes de uma determinada área pode, também, instalar troços de fibra. Estes, enquanto donos da infraestrutura podem, depois garantir acesso aberto aos provedores de serviço, ficando ao cargo destes a instalação de toda a rede activa e de fornecerem os serviços. Este tipo de implementação coloca os clientes no papel de detentores da infraestrutura passiva e coloca-os numa posição de vantagem no que toca à negociação.

A disposição e implementação da camada da infraestrutura passiva tem implicações técnicas bastante importantes na forma como os serviços são oferecidos. Uma má gestão do planeamento ou uma escolha menos acertada da arquitectura pode obrigar os provedores de serviço a fazer grandes investimentos em instalações auxiliares para conseguirem entregar os serviços desejados aos clientes.

Uma abordagem diferente ao acesso aberto é quando cada provedor transmite no comprimento de onda que lhe é atribuído. Quem detém a infraestrutura, instala não só a fibra, mas também equipamentos electrónicos de ligação nas extremidades que possibilitam uma distinção das cores transmitidas e recebidas, vendendo a cada provedor uma ligação virtualmente ponto-a-ponto.

Finalmente, o acesso aberto pode ocorrer unicamente na camada dos serviços. Para que isto aconteça, o provedor de serviço de banda larga tem de ser um provedor completo na venda do serviço de banda larga. Existem algumas arquitecturas de rede que não permitem uma implementação robusta o suficiente do serviço IP para suportar o conjunto de vídeo, voz e dados de múltiplos operadores. Ainda assim, este tipo de acesso aberto é o que parece suportar uma escolha mais dinâmica por parte dos consumidores e uma concorrência ao nível dos serviços mais flexível.

Muitos são os estudos que provam que o acesso aberto é considerado o caminho para o melhorar a concorrência e a inovação nas redes de acesso. Mas identificar os estrangulamentos, num mundo em que as tecnologias, as necessidades dos clientes e a própria indústria estão em constante mudança nem sempre é fácil. Isto ajuda a explicar a diversidade de abordagens. Uma boa abordagem ao acesso aberto da infraestrutura e à neutralidade da tecnologia pode ser considerada aquela que torna o modelo de exploração num que seja claro e transparente e que torna o projecto lucrativo para todos os actores envolvidos.

2.2.3 Parcerias público-privadas

Dado o potencial considerável para uma regeneração ou desenvolvimento económico que a fibra oferece, as próprias autoridades públicas são frequentemente os financiadores dos projectos FTTH. Existem vários esquemas disponíveis – fundos locais, ou da União Europeia – e as opções, em termos de complexidade são muito semelhantes às do sector privado. Essencialmente, os fundos públicos entram, de uma forma simplista, quando não há retorno do projecto suficiente para que este compense do ponto de vista económico. Mas, nem sempre é assim tão simples...

Em áreas onde, do ponto de vista de um operador, a implementação de uma nova rede de telecomunicações não compensa, é necessário analisar a importância do estabelecimento de parcerias publico-privadas (PPP). Estas parcerias providenciam um ambiente positivo para que sejam implementadas redes de telecomunicações. Os subsídios são possíveis, actualmente, para

a infraestrutura passiva e podem vir de municípios, empresários privados ou até dos próprios cidadãos.

Desde que o sector das telecomunicações foi liberalizado em 1998, as redes municipais tornaram-se um fenómeno de massas a Europa, e com taxas de crescimento bastante rápidas. [4]

Um factor que contribuiu para este crescimento foi claramente o sob-investimento de alguns operadores incumbentes e empresas de televisão por cabo em novas infraestruturas de telecomunicações e serviços. Muitas delas, tinham acabado de ser privatizadas, e estavam ainda a dar os primeiros passos enquanto entidades privadas.

Na união europeia, existem regras explícitas (as Regras de Auxílios Estatais) que definem e procuram limitar as circunstâncias em que os dinheiros públicos podem suportar projectos de fibra. O objectivo subjacente é o de restringir o auxílio público aquelas áreas onde o sector privado não vai construir ou operar a não ser que seja ajudado. Apesar disto, o investimento público em áreas urbanas consideradas atractivas é permitido, desde que obedeça a determinadas ressalvas. Essencialmente, o investidor público tem de deter uma parte comercial do investimento e receber os dividendos dos lucros que lhe são devidos, ainda que estes sejam muito mais baixos e por um período de tempo maior (quando comparado com o que seria aceitável por um investidor privado ou um banco, por exemplo). Nestes casos as regras definem ainda que o estado detenha uma minoria do organismo investidor. É aqui que entram as parcerias publico-privadas (PPP).

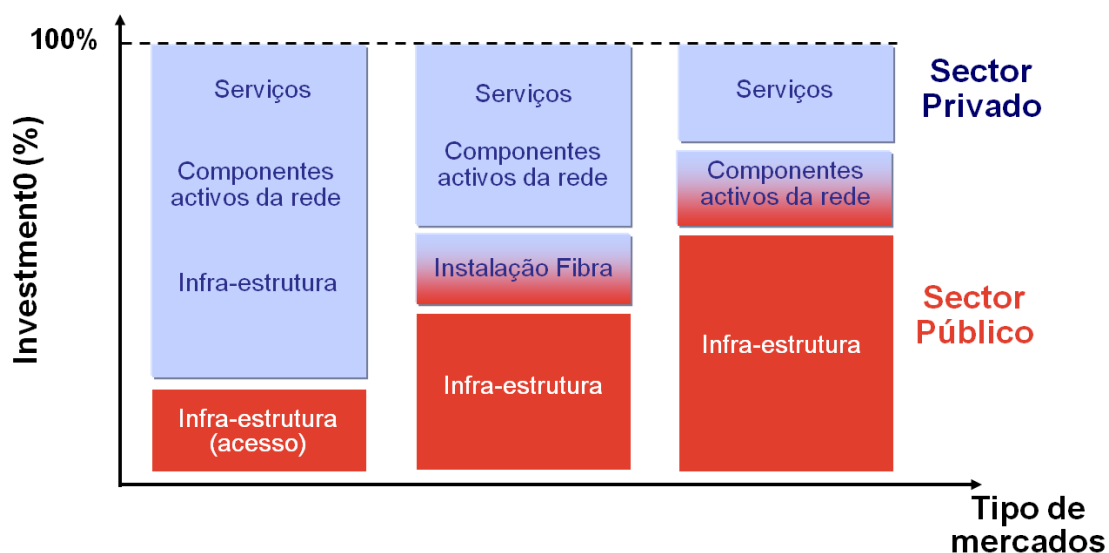


Figura 2-P: Tipos de investimento em PPP. (Adaptado. Fonte: EICTA)

As PPP desenvolveram-se como uma forma do sector privado financiar projectos de capital com uma garantia de receitas futuras do governo. Em essência, a dívida pública é substituída por dívida privada que vai tendo mais ou menos retorno ao longo de muitos anos. Os contractos de

PPP incluem a construção e, por vezes, operação de bens de capital importantes. A ideia original era de que o sector privado seria melhor na construção a tempo e na orçamentação do que o sector privado, já que teria claros incentivos lucrativos para o fazer. Hospitais, pontes e muitos outros projectos foram, e continuam a ser, financiados usando PPP.

Para cumprir e estar de acordo com os ambientes legislatórios e regulamentares, os municípios têm vindo a envolver-se em diferentes modelos de PPP para promover o crescimento das redes municipais.

Estes modelos têm, em parte, sido desenvolvidos como reacção às decisões das autoridades da concorrência que contestas algumas redes municipais, em particular, em áreas onde existiam duas ou mais redes de banda larga. Contudo, as autoridades da concorrência têm sido brandas no que toca a áreas não servidas ou onde as redes eram insuficientes para oferecer mais do que uma infraestrutura elementar e serviços básicos. [4]

2.2.3.1 Modelo de utilidade pública

Neste modelo, o município ou empresa de utilidades públicas actuam enquanto iniciadores, fornecendo serviços aos consumidores através da sua infraestrutura. Infraestrutura essa que é detida e operada pelo município. Isto inclui todas as camadas da rede, desde a infraestrutura passiva, aos serviços e conteúdos, passando pela rede activa. Há ainda casos em que as três camadas são geridas e pertencentes a mais do que uma empresa de utilidade pública.

2.2.3.2 Modelo do provedor privado único

Este é, também um modelo no qual a iniciativa provém do município. Neste caso o município cede o acesso às condutas e os direitos de passagem. A infraestrutura pertence ao município, mas existe um provedor de serviço privado que opera e gere a rede.

2.2.3.3 Modelo de concessão

Mais uma, vez, neste modelo, o município toma iniciativa, contratando uma entidade privada para construir e operar as instalações. Desta forma, a empresa que opera é responsável pela infraestrutura e pela rede. Múltiplos provedores de serviço e conteúdos oferecem acesso aos consumidores.

2.2.3.4 Modelo cooperativo

Neste modelo, a iniciativa provém dos cidadãos ou/e empresas privadas. O município apoia o estabelecimento de uma organização não lucrativa que negoceia com os fornecedores diferentes serviços e depois os oferece aos consumidores. Desta forma, a camada passiva, a rede activa, os serviços e conteúdos são geridos e detidos por essa organização não-lucrativa que pode, até ser constituída pelos próprios consumidores.

2.2.3.5 Modelo de habitação social

As corporações de habitação social tomam a iniciativa o município fornece uma ligação para a agregação das necessidades das diferentes corporações e habitação social. A infraestrutura é detida pelo município ou pelas próprias corporações de habitação social, a rede é operada por uma empresa privada contratada para o efeito e múltiplos provedores de serviços fornecem as suas ofertas através da rede.

2.2.3.6 Modelo de coordenação

Neste modelo o município inicia o projecto mas como coordenador, orquestrando as necessidades do mercado e fornecendo uma ligação para agregação das necessidades domésticas, de empresas privadas e de organizações semi-públicas (tais como hospitais, etc). A camada da infraestrutura é pertença e responsabilidade do município, a rede é operada por uma empresa contratada para o efeito e múltiplos provedores de serviço fornecem as suas ofertas através da rede.

2.3 Contextualização política e regulamentar

O governo tem um papel importante no desenvolvimento de infraestruturas e serviços de telecomunicações essenciais para a sociedade.

São muitas as responsabilidades dos governos, hoje em dia. De uma forma geral, os governos devem: [5]

- Remover as barreiras à entrada de novos actores e de investimentos;
- Promover instalações o mais eficientes possível;
- Assegurar que novos serviços se podem desenvolver;
- Deixar que, até onde for possível, os mercados e as próprias redes evoluam livremente e por si só;

- Providenciar segurança regulamentar;
- Ser vigilante na prossecução de um mercado concorrencial nas redes e nos serviços.

Desta forma, os governos assumem três papéis principais: Estimulador, Regulador e Investidor.

2.3.1 Estimulador

“Para que a economia cresça vincadamente e crie empregos e prosperidade, e para que os cidadãos acessem aos conteúdos e serviços que desejam, precisamos de uma Internet muito rápida.” in Agenda Digital para a Europa. [6]

A maioria dos governos reconhece os benefícios económicos e de desenvolvimento que advêm da instalação de redes com uma maior largura de banda. Existem casos onde os governos contribuem para que estas instalações sejam facilitadas de uma forma neutra (significa isto que nem os incumbentes nem os novos actores têm vantagens). De acordo com [5], isto pode ser executado de várias formas, por exemplo:

- Estabelecendo acordos de cooperação e ligação entre os donos de MDUs e as empresas de telecomunicações. Os governos locais ou as empresas de utilidades públicas, muitas das vezes são os detentores de condutas subterrâneas e outras instalações que permitem esta ponte. Ao garantir o acesso a estas instalações reduz os custos dos operadores. Um exemplo deste tipo de abordagem é a cidade de Paris, onde os antigos túneis da cidade foram abertos a estas empresas.
- Reduzindo os custos de repavimentação, taxas administrativas, etc que são estabelecidos pelos governos locais. Exemplo: Deventer, nos Países Baixos. [4]
- Aquando a construção de novos bairros e zonas residenciais, os governos têm a possibilidade de incorporar a instalação de condutas vazias no local, juntamente com os esgotos e outras infraestruturas necessárias.
- Sempre que ruas novas sejam abertas, que os passeios sejam repavimentados, ou que sejam instaladas novas infraestruturas, os governos podem permitir aos operadores o acesso para instalação de rede a custos reduzidos.
- Quando novas redes estiverem a ser construídas os governos podem fazer um esforço no sentido de tentar garantir uma maior coordenação dos operadores para que outras instalações sejam feitas em simultâneo.

Maus exemplos de estimulação de mercados por parte de governos podem também ser encontrados e devem ser tidos em conta para um melhoramento destas medidas. No passado, para que a banda larga chegasse a algumas regiões, houve governos a pagar pelo ADSL-DSLAM que depois ficava nas mãos do incumbente. Isto criou cenários em que o estímulo que poderia

existir para que outro actor entrasse no mercado foi completamente eliminado. A OCDE, em [5], aconselha a que se os governos optem por subsidiar a instalação de uma rede, deverão exigir que essa rede se torne aberta e acessível segundo circunstâncias equivalente a outros operadores de redes e serviços, o que vai ao encontro das políticas de acesso aberto mencionadas na secção anterior.

2.3.2 Regulador

Muitos países têm reguladores nacionais na área das comunicações. Estes reguladores estão a enfrentar novos desafios no que toca à regulação de redes baseadas em fibra. A convergência de diferentes serviços está a criar constrangimentos nas várias camadas da rede.

Os governos têm a obrigação de assegurar igualdade de oportunidades e um ambiente concorrencial saudável. Desta forma, o papel mais básico do governo, enquanto regulador, é de garantir que todos os provedores de serviços têm acesso às infraestruturas.

As vantagens significativas que alguns actores apresentam, nomeadamente os operadores incumbentes, têm de ser niveladas. Um operador integrado está interessado em bloquear o acesso de forma a proteger o seu próprio negócio ao nível dos serviços. O objectivo de um regulador deverá ser no sentido de tentar disciplinar o poder de mercado na camada da infraestrutura da rede. Isto só pode ser alcançado se nenhum actor for discriminado e se os direitos de propriedade não forem (ou forem o menos possível) infringidos.

É sabido e já foi mencionado atrás que algumas escolhas tecnológicas podem influenciar a capacidade dos reguladores de agirem. É, portanto, importante que os reguladores tenham bem presente de que forma é que estas tecnologias afectam o mercado e quais são as melhores formas de estimular a concorrência, balançando os interesses dos consumidores com os interesses ao nível da rede e dos provedores de serviços. [5]

Na maior parte dos casos, as redes são múltiplas e são servidas por múltiplas tecnologias (exemplos: cabo, DSL, FTTH). Os reguladores devem identificar as assimetrias existentes e perceber que acções podem encorajar uma concorrência nivelada. Um conceito importante que deve ser tido em conta pelos reguladores na prossecução dos seus objectivos é que os investimentos existentes na rede não devem ser protegidos. Se possível e desejado, a instalação de novas redes (mesmo que em áreas já servidas) não devem ser inibidas. Desde que possível e não tenha consequências nefastas para, por exemplo a arquitectura paisagística ou o ordenamento do território, as novas instalações podem compensar no ponto de vista de um novo operador e trazem valor acrescido para a concorrência e oferta no local. A concorrência de redes vai beneficiar, desta forma, o utilizador final.

Este é um óptimo exemplo das disparidades encontradas entre regiões diferentes de um mesmo país. Em algumas áreas, várias redes podem concorrer eficazmente e ser economicamente atractivas e noutras áreas nenhum operador está sequer interessado em entrar. Isto requer dos reguladores um balanceamento e adequação das políticas nacionais a várias áreas e exige um contacto cuidado com as realidades locais.

As medidas e acções reguladoras devem focar-se sempre no sucesso da rede e não no sucesso do proprietário da rede ou dos provedores de serviços sobre essa mesma rede. Isto significa que os reguladores devem tentar manter a todo o custo a camada dos serviços aberta e nunca permitir um monopólio na camada dos serviços aquando a aprovação de investimentos na rede.

Mais uma vez, existe uma variedade considerável de modelos e abordagens à regulação de redes de acesso. De acordo com a figura seguinte, estas podem ser esquematizadas em sete níveis de regulação:

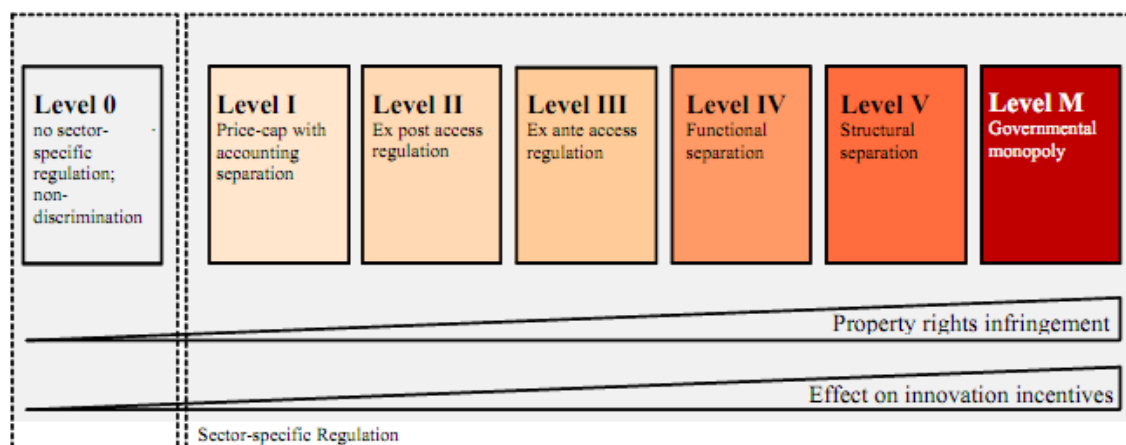


Figura 2-Q: Abordagens à regulação de redes de acesso. (Fonte C. Jaag)

Nível 0: Ausência de regulação.

Nível I: Regulação dos preços de acesso aos nós de estrangulamento.

Nível II: Regulação do acesso aos nós de estrangulamento, quando os operadores concorrentes não conseguem concordar nas condições de acesso.

Nível III: Regulação 'à priori' do acesso aos nós de estrangulamento, ou seja, numa altura em que ainda não há interesse no acesso ao recurso.

Nível IV: Separação funcional do nó de estrangulamento do resto do operador. Isto significa que o próprio operador se torna um actor no mercado que vai ter aceder a esse recurso, tal como todos ou outros actores em igualdade de circunstâncias. O nó de estrangulamento passa a ser operado por uma entidade que não ofereça qualquer tipo de acesso discriminatório.

Nível V: Separação estrutural do nó de estrangulamento. Isto significa que é criada uma nova entidade legal para a operação do recurso e a liberdade comercial deste operador é definida em detalhe.

Nível M: Nacionalização do nó de estrangulamento e expropriação do mesmo ao seu dono original.

À medida de subimos nos níveis, os direitos de propriedade são cada vez mais infringidos e confinados. Isto afecta a sociedade a longo prazo já que restringe e desmotiva os investimentos e os incentivos para a inovação.

As últimas recomendações da comissão europeia reforçam o número de princípios a serem seguidos pelos reguladores na união europeia. As chamadas “férias reguladoras” deixam de existir para as empresas dominantes, a regulação do preço de acesso às redes de fibra passa a reflectir totalmente o risco de investimento e de forma a tornar o investimento das empresas rentável. Os reguladores nacionais devem ter ao seu dispor uma gama completa de soluções a serem implementadas em função das circunstâncias do mercado, numa tentativa de estimular a entrada no mercado e a concorrência a nível das infraestruturas. A regulação de Nível III no mercado geral da fibra deve reflectir as diferentes condições da concorrência nos diferentes mercados e zonas (rurais ou urbanas), de modo a que a regulação seja mais suave onde a concorrência é mais forte. Por último, estas recomendações são fortemente favoráveis a acordos de co-investimento em redes de nova geração e admitem a fixação de preços de acesso mais baixos ao lacete de fibra desagregado em troca de compromissos à cabeça de contratos a longo prazo ou de volume. [7]

2.3.3 Investidor

A questão do investimento activo por parte dos governos foi já mencionada atrás. Apesar da posição geral ser de que a intervenção dos governos deve ser mínima, existe ainda muita discussão sobre este assunto. Não devemos esquecer-nos que este tipo de opiniões e posturas são, por vezes, parte de ideologias políticas muito mais abrangentes e que enquanto democracias, haverá sempre espaço para dúvida, discussão ou posições opostas. Ainda assim, é maioritariamente consensual, hoje em dia que no caso de um governo nacional ou local querer investir em novas redes, estes investimentos deverão ser concordantes com necessidades bastante específicas e no sentido de corrigir falhas existentes.

2.4 Contextualização sociogeográfica

Apesar de baseado em soluções tecnológicas, a prestação do serviço de telecomunicações acaba por estar bastante dependente das condicionantes sociais e geográficas do mercado ao qual esse serviço é proporcionado.

Uma das medidas que melhor caracteriza uma área onde se querem fornecer serviços de telecomunicações em larga escala é a densidade populacional. Esta define a intensidade do povoamento expressa pela relação entre o número de habitantes e a superfície do território (habitualmente número de habitantes por quilómetro quadrado).

Se pegarmos no exemplo de Portugal continental, este pode ser ilustrado na figura seguinte:

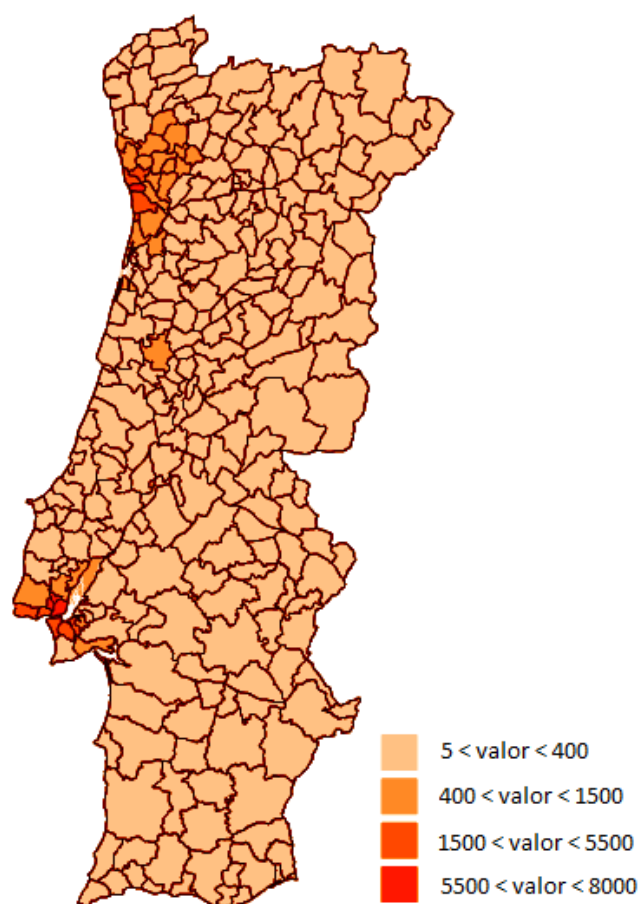


Figura 2-R: Densidade Populacional Portugal Continental. (fonte: INE)

Pela análise dos dados, foi possível sintetizar os mesmos na tabela e figura abaixo.

Densidade Populacional	Número Municípios	Percentagem
5 < valor < 400	240	86,3%
400 < valor < 1500	24	8,6%
1500 < valor < 5500	11	4%
5500 < valor < 8000	3	1,1%
TOTAL	278	100%

Tabela 2-A: Densidade Populacional Portugal Continental (dados INE)

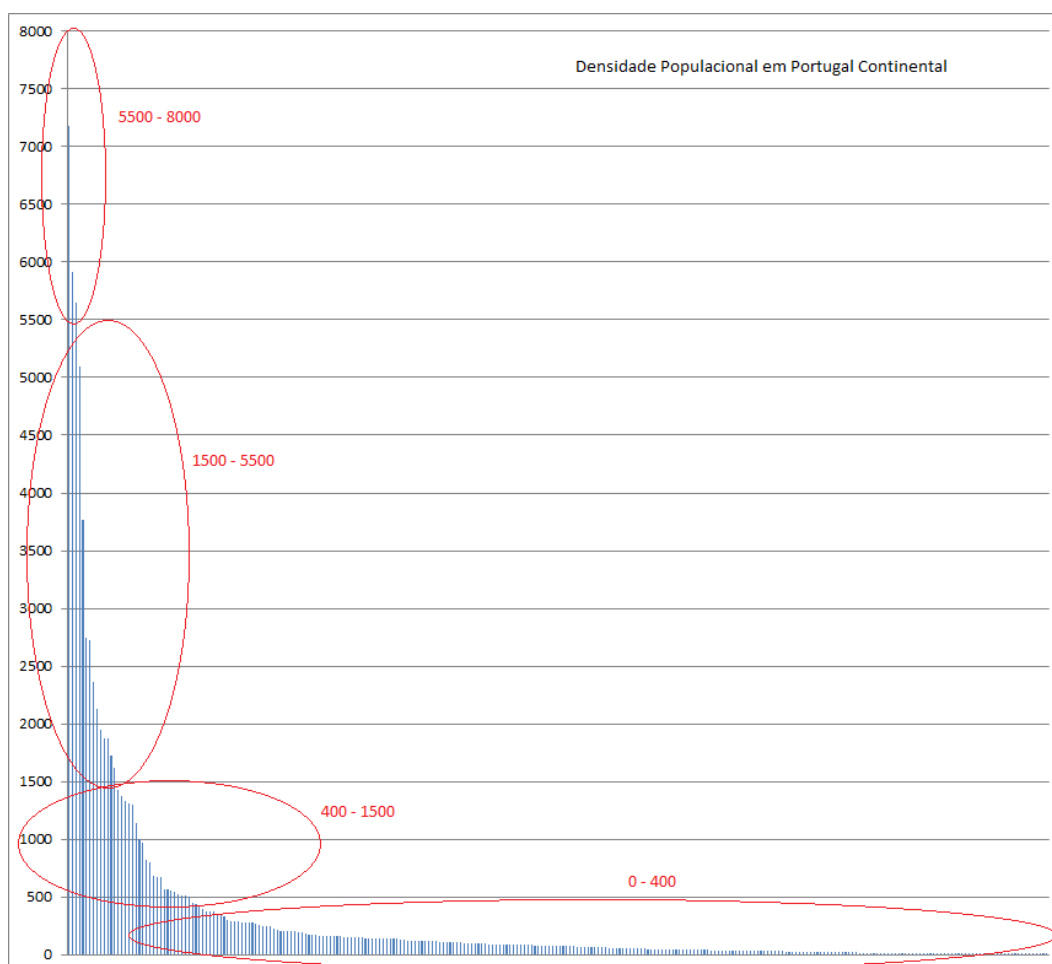


Figura 2-S: Distribuição da Densidade Populacional Portugal Continental (dados: INE)

É bem visível a disparidade de valores a nível nacional. Enquanto apenas 1% dos municípios apresentam densidades populacionais acima dos 5500 hab/km² são mais de 86% os que têm uma densidade populacional inferior a 400. A média nacional está nos 115 hab/km².

Outro resultado que pode ser auferido da análise destes dados é que existem alguns municípios com densidades populacionais inferiores a 10 hab/km², o que cria imensos constrangimentos económicos na oportunidade de acesso deste cidadão a uma rede de telecomunicações.

Estes dados fornecem uma visão macroscópica da demografia do país. Ainda assim, existem outros factores que importa ter em conta no planeamento de uma rede de acesso de telecomunicações. São eles a dimensão da área a cobrir e a dispersão espacial dos vários pontos de ligação à rede do cliente.

Em cada um destes municípios existem áreas de cidade pura onde a dispersão será muito reduzida e os vários potenciais clientes se encontram condensados. Outras áreas haverá em que os clientes se encontram muito mais dispersos, ainda que sendo um município com uma elevada densidade populacional.

Estes cenários territoriais com características equivalentes podem ser representados de acordo com a figura seguinte:

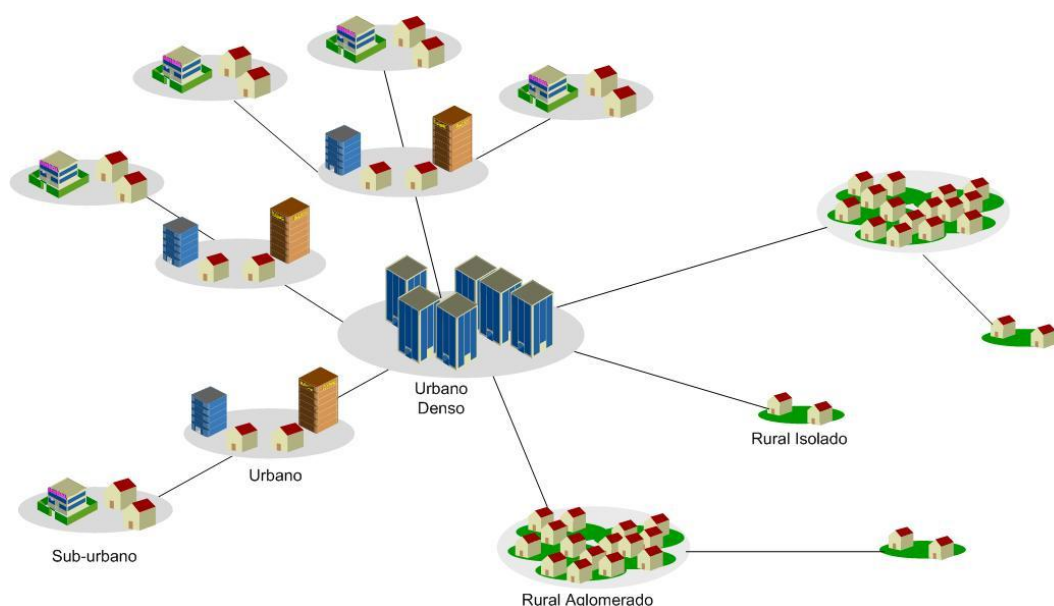


Figura 2-T: Cenários territoriais. Fonte: GSBL-UA

Assim, num cenário denso urbano, encontram-se muitos clientes numa área reduzida. Os clientes estarão tipicamente organizados em prédios e serão predominantemente empresariais.

Num cenário urbano teremos uma quantidade de clientes considerável numa área não muito grande. Poderão ser tanto clientes privados como empresariais em prédios ou residências individuais.

O cenário sub-urbano apresenta-se por exemplo como um parque industrial ou uma zona de moradias residências aglomeradas.

O cenário rural aglomerado pode ser exemplificado por uma vila ou uma aldeia que, apesar de numa localização remota se apresentam como um aglomerado de potenciais clientes.

O cenário rural isolado é o mais típico nos casos em que a densidade populacional é mais baixa e apresenta-se como uma situação em que poucos clientes se encontram em áreas bastante alargadas.

Para além disto, importa saber o contexto socioeconómico do potencial cliente. Existem várias formas de escalonar os clientes sendo que a mais simplista será entre cliente particular ou cliente empresarial. Dentro destes há muitos mais factores que acabam por ser diferenciadores. Um cliente empresarial pode ser uma grande empresa ou, por outro lado, uma PME (Pequena ou Média Empresa). Já um cliente particular pode ter necessidades muito diferente. Um escalonamento por faixas etárias costuma ser bastante eficaz quando interessa perceber o tipo de cliente com que o operador está a lidar podendo, desta forma, segmentar as suas ofertas e planear os seus investimentos. Outros escalonamentos possíveis são, por exemplo, o nível de escolaridade ou o rendimento per capita.

Convém referir que para efeitos da apreciação dos auxílios estatais a favor de redes de nova geração, são definidas três zonas distintas:

- “Zonas brancas” – as zonas onde as RNG não existem actualmente;
- “Zonas cinzentas” – as zonas onde apenas está um único operador de rede de banda larga;
- “Zonas negras” – as zonas onde estão presentes pelo menos dois fornecedores de serviços de banda larga.

Curiosamente, estas zonas acabam por ter uma correspondência bastante aproximada aos cenários territoriais atrás anunciados, sendo que as zonas brancas correspondem aos cenários mais remotos e com menor densidade populacional reiterando, desta forma, a questão da necessidade de auxílio ao investimento nestas zonas na prossecução do combate à infoexclusão.

2.5 Modelos de Negócio

Os modelos de negócios estão geralmente divididos em quatro pilares que, dependendo uns dos outros têm de ser geridos pelo operador. São eles: a gestão da infraestrutura, o produto, a interacção com o cliente e os aspectos financeiros [8].

Uma tendência que se tem verificado e que tem ajudado a nivelar os novos actores no mercado é a relutância de alguns incumbentes em instalar redes exclusivamente de fibra [9]. Por questões económicas tem sido usada fibra apenas em pedaços da rede, e mantida a antiga de cobre. Especialmente no troço final, mais próximo da casa do cliente. Exemplos disto são as tecnologias ADSL2+, VDSL e DOCSIS que, apesar de utilizarem a fibra, têm atrasado o investimento em FTTH. Os incumbentes têm poupado dinheiro no imediato com estas escolhas, mas a longo prazo, um investimento inicial em FTTH teria ficado muito mais barato [5]. Isto pode apresentar-se como uma vantagem em algumas áreas para os novos actores no mercado. Especialmente agora que os preços baixaram.

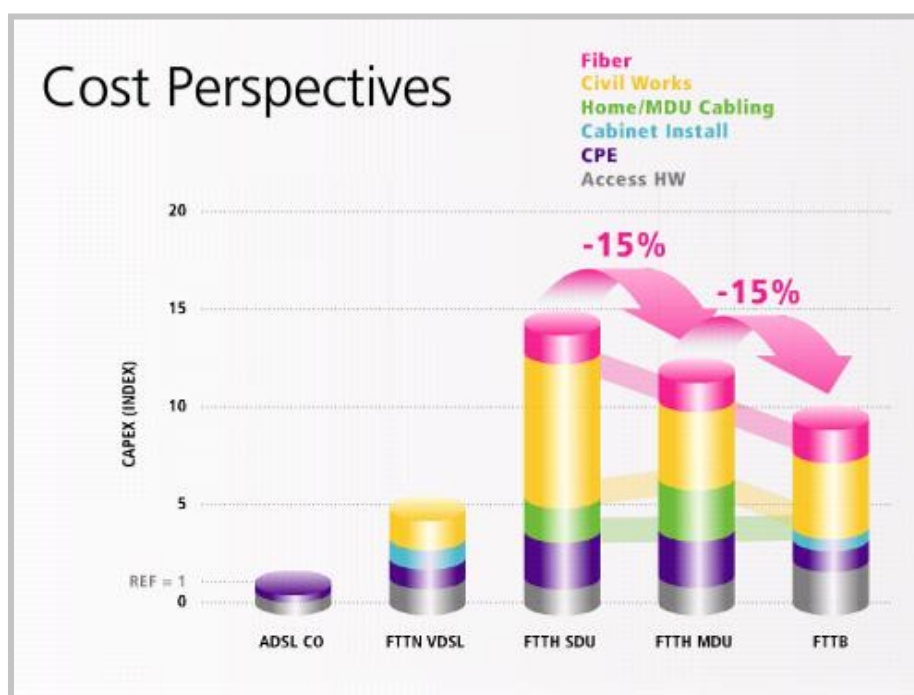


Figura 2-U: Perspectivas económicas de soluções de fibra (Fonte: EICTA)

Ainda assim, as redes de fibra são extremamente caras de instalar. Os investimentos variam muito e dependem de imensos factores (densidade populacional, tipos de edifícios, etc.). De acordo com [10], [11] e [12], estes investimentos (por cliente) podem ir de 300€ em zonas extremamente urbanas aos 15.000€ em zonas rurais ou remotas. É por isto que muitas empresas que investem em redes de fibra começam por zonas densamente urbanas. Os riscos associados ao

investimento inicial necessário pela empresa são muito mais baixos. Estes valores variam de acordo com a quantidade do serviço a instalar (um serviço ponto-a-ponto de fibra é mais caro que outras soluções com divisão de fibras (exemplo: GPON) ou ainda casos em que é aproveitada alguma parte das redes de cobre (exemplo VDSL). Os valores de referência podem ser consultados na tabela abaixo:

Tabela 2-B: Valores aproximados dos custos por casa servida, em k€ (source: [12])

	FTTC-VDSL	FTTH-GPON	FTTH-P2P
Urbano	0,4	1,2	1,8
Intermédio	0,8	3,5	4,7
Rural	2	12	14

Muitas empresas esperam que os seus investimentos sejam recuperados ao final de 10 anos ou mais. No entanto, hoje em dia, em áreas densamente urbanas, alguns operadores conseguem atingir períodos de retorno de investimento (payback period) em menos de 3 anos. Por outro lado, alguns investimentos em áreas rurais demoram muito mais do que 10 anos para se tornarem rentáveis. As empresas tendem a balançar os dois cenários (e outros entre os dois) para planear a sua estratégia de acordo com isso. Uma coisa é certa, num cenário rural ou suburbano, é difícil imaginar que se mantenha mais que um operador, a longo prazo [13].

Em [14], o processo de planeamento do modelo de negócio adequado deverá ser de acordo com uma estratégia de marketing geográfico que deverá ser faseado em 3 etapas consecutivas:

1. Agregar toda a informação disponível sobre os potenciais consumidores e extrair daí, uma lógica de classificação dos mesmos.
2. Aglomerar grupos de consumidores de acordo com o seu perfil e especialmente de acordo com a quantidade de infraestrutura necessária para os servir.
3. Extrair a melhor estratégia de instalação baseada nestes grupos.

2.5.1 Concorrência & Cooperação

Os custos de instalação são normalmente os dominantes no custo de um projecto de uma rede de acesso. Qualquer possibilidade de redução destes custos pode ter um impacto bastante positivo no modelo de negócio. Vários avanços tecnológicos permitem já, baixar significativamente os custos de instalação de fibra, como por exemplo o 'micro-trenching'.



Figura 2-V: 'micro-trenching' (fonte Aspitech)

No entanto outras hipóteses devem ser consideradas. A instalação conjunta por vários provedores de serviços é uma opção bastante rentável. De grosso modo, pode permitir o alcance dos consumidores por cerca de metade do preço. Se forem provedores de outro serviço diferente, como é o caso da água, gás, electricidade, nem sequer existirá concorrência directa. Esta solução requer, claro, gastos adicionais na administração adicional que será necessária, processos operacionais alinhados e mais técnicos especializados. Ainda assim, poderá ser uma boa solução para reduzir o preço final a ser pedido ao utilizador e reduz de forma significativa os trabalhos de rua na zona.

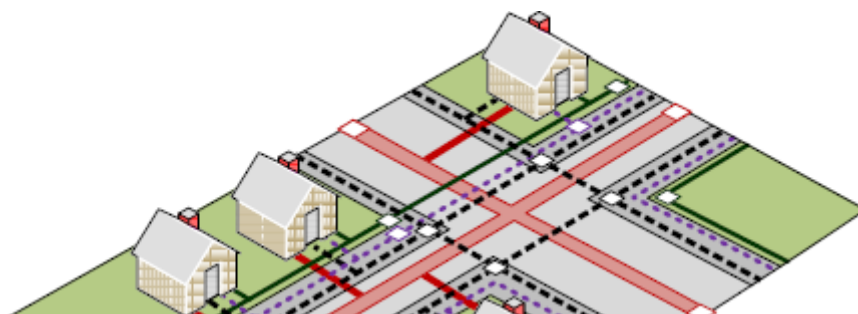


Figura 2-W: Infraestruturas que servem uma habitação (fonte: [15])

Existem vários níveis em que esta cooperação poderá ser aplicada:

- Ao nível dos direitos de passagem: quando uma entidade detém uma instalação e proporciona à outra, direitos de passagem sobre a instalação. Exemplo: caminhos-de-ferro, auto-estradas;
- Abertura de valas conjunta;
- Partilha de túneis e condutas;
- Cooperação a um nível superior: tipicamente partilha de fibra. Este tipo de cooperação é muitas vezes forçado pelos reguladores.

Num exemplo da [12], para uma rede FTTH, a existência de cooperação ao nível da partilha de infraestrutura, poderia apresentar um ganho global no reino unido de cerca de 5.7 biliões de libras (aprox. 6.8 biliões de euros), o que significa uma poupança de mais de 20% dos custos.

As PPP têm também uma importância e influência preponderantes na definição do modelo de negócio a seguir. Por vezes, só com o recurso às PPP é que os modelos de negócio se tornam rentáveis. E nessas, tal como mencionado atrás, a cooperação entre várias entidades é algo sempre presente.

Existem ainda modelos de negócio baseados na separação das camadas da rede por empresas diferentes. Um exemplo é uma empresa de investimentos baseada na rede (NetCo), que instala e detém a rede e que obtém dividendos através da venda de capacidade de rede às empresas de serviços (ServCo). Até a operação e manutenção da rede é sub-contratada a uma empresa exterior (OpCo). O contacto com os utilizadores finais é feito totalmente pelas várias ServCo que oferecem serviços com base na rede aos seus consumidores. A NetCo pode, no entanto estar dependente de outras empresas (muitas vezes PPP, até) que poderão ser donos de parte das infraestruturas (condutas, etc).

É importante que os investidores da NetCo concordem com os papéis que cada empresa vai desempenhar em cada camada, especialmente ao nível de termos de propriedade e financiamento. Outra questão que deve ser estabelecida no início é o número de fibras por cada domicílio. Esta decisão pode influenciar bastante o futuro da empresa, especialmente se quiser (ou for obrigada) a oferecer capacidade a terceiros. Avanços recentes mostram que mesmo com uma única fibra, é possível suportar múltiplos concorrentes (comprimento de onda por provedor de serviço ou comprimento de onda por subscritor).

Em [10], é mencionado que a divisão da cadeia de valor em estratos NetCo, OpCo e ServCo proporciona flexibilidade suficiente para que sejam estabelecidos modelos de negócio suficientes para que uma variedade de parceiros possam ter um papel a desempenhar, motivando, desta forma, a economia.

3. Evolução: desafios e abordagens

São apresentados, aqui, os principais desafios com que os principais actores se deparam e as possíveis formas como abordam os mesmos.

3.1 Desafios:

Todas estas problemáticas mencionadas no capítulo anterior e consequentes decisões associadas às mesmas têm neste momento uma importância vital para muitos dos actores envolvidos. Desde órgãos de gestão de empresas aos reguladores, governos, departamentos técnicos, e os próprios estudantes que amanhã estarão a deparar-se com estes desafios. Todos estes actores necessitam de um conhecimento aprofundado e ao mesmo tempo abrangente destas situações. Interessa, por exemplo, que um economista não olhe para o projecto de uma forma puramente economicista e, de igual forma, pede-se a um engenheiro que não o faça de tal forma limitada que se esqueça das questões económicas e legais associadas à escolha de uma ou outra tecnologia. Nesta altura em que nos deparamos num ponto de clivagem que envolve tantos sectores e áreas é fulcral olharmos para a estes desafios como incertezas.

Os grandes investimentos que são exigidos nesta remodelação das redes das quais dependemos para alimentarmos as sociedades de informação actuais são bastante avultados e trazem a si associados enormes incertezas. Quando lidamos com o futuro são demasiados os factores que não conseguimos controlar ou simular e como tal a incerteza torna-se a única certeza presente. No entanto, a preparação e o conhecimento prévio de várias possibilidades ou o estudo de casos de sucesso são apenas exemplos que permitem melhorar a capacidade de lidar com estes desafios e diminuem a probabilidade de fracasso aquando o lidar com estas situações.

As preocupações e questões são bastante diversificadas e podem ser tão simples como se os clientes vão aderir ou não aos novos serviços suportados por estas alterações ou mais complexas como por exemplo as questões de evolução tecnológica. Até que ponto serão estes investimentos e estas novas tecnologias resistentes a médio-longo prazo? Há que ter em conta a evolução tecnológica alucinante que se tem visto nestas últimas décadas ao nível das telecomunicações. Se um investimento não é retornado em poucos anos, dificilmente alguma vez o será. E, sem ser retornado o investimento, por muito boa que seja uma determinada tecnologia ou por muito importante que seja levar um acesso mais rápido a um determinado cliente, esta pode não ser adoptada e o cliente pode mesmo ficar sem a rapidez de acesso desejada.

As universidades, enquanto entidades de preparação para vida activa de um indivíduo, acabam por ter um papel fulcral na passagem deste testemunho aos futuros trabalhadores de amanhã. Por vezes demasiado focadas em objectivos específicos e problemas pouco abrangentes e que pouco

espelham o mundo empresarial, as universidades necessitam de novas formas de dar aos seus alunos esta panorâmica geral e interdisciplinar da área onde futuramente poderão estar envolvidos profissionalmente. Especialmente em áreas como a engenharia e as telecomunicações as evoluções acabam por ser demasiado rápidas para que possam ser rapidamente espelhadas nos currículos. Apesar de caracterizados por um forte ênfase em disciplinas científicas e tecnológicas, requisito essencial para preparar profissionais com capacidades analíticas próprias da profissão de engenheiro, esta preparação nem sempre toca em aspectos não técnicos que são igualmente importantes na sua profissão, tal como, por exemplo o desafio de lidar com a incerteza e de ter de tomar decisões sem o conhecimento de todos os factores em jogo.

Os próprios activos de empresas envolvidas na área necessitam de estar a par destes novos desafios com que o sector se depara para que todos os departamentos tomem decisões alinhadas e possam discutir entre si os vários impactos que as decisões vão ter nesses vários departamentos de igual para igual. Mais do que actualizar é também necessário aproximar diferentes áreas que só em colaboração conseguirão tomar decisões acertadas.

Muitos destes projectos são desenvolvidos na forma de parcerias público privadas (tal como está descrito no capítulo anterior), os órgãos de gestão não só gerais mas também locais necessitam de ter um conhecimento alargado destas matérias que deverá ser o mais imparcial possível. O que acontece por vezes é que são as próprias empresas que dão formação a algumas destas entidades e que poderá levar a situações de influência nada desejáveis em projectos desta importância, envergadura e, acima de tudo, com dinheiros públicos. Impõe-se que estes actores estejam preparados para tomar decisões, perceber o que está em jogo e influenciar o desenrolar do projecto no sentido que for mais vantajoso para o público em geral.

3.2 Abordagens:

Para que o conhecimento seja passado a todos estes actores potencialmente interessados em adquirir mais-valias e preparação neste ponto charneira nas telecomunicações existem, como de resto em qualquer área, várias formas de o fazer.

De uma forma simplista, temos de um lado as abordagens clássicas de ensino que podem ser presenciais ou, mais recentemente com o auxílio das novas tecnologias e-learning, à distância. Aqui, o aluno tem um papel de assimilação passiva. Quer isto dizer que se limita a recolher informação. Seja ouvindo e vendo um tutor a expor as ideias, lendo de uma qualquer plataforma escrita. Este tipo de aprendizagem é neste momento o mais comum nas universidades portuguesas e em formações. As suas vantagens são muitas e acima de tudo resultam na maior parte das temáticas. O objectivo é que o aluno fique a saber uma determinada informação ou aprenda a resolver um problema de uma determinada maneira. Não é esperado que este

contribua de forma alguma nem tão pouco que aprenda com os seus pares ou que interaja com os mesmos.

Do outro lado temos o tipo de aprendizagem ligado à simulação de uma determinada situação. Aqui, o aluno passa a ter um papel activo já que veste a camisola de um determinado actor e tem um papel na acção que pode ser por si escolhido. Experimenta e tem resultados que, como por si é experimentado e resolvido, podem ser diferentes dos do colega ao lado. [15]

Este tipo de aprendizagem activa e direccionada à resolução de problemas tem vindo a ganhar adeptos. Os “jogos sérios” como são por vezes denominados são uma forma de aprendizagem que promove a ideia do “aprender fazendo”, que tem vindo a tornar-se uma ferramenta importante na pedagogia.

A simulação é tida como um meio que fornece um ambiente controlado e sem consequências que permite ao aluno experimentar, fazer, errar e corrigir. Criando um problema e encorajando o aluno a encontrar a solução do mesmo está-se a transportar para ele mesmo a responsabilidade da sua aprendizagem.

Outro dos aspectos importantes neste tipo de jogos é que podem ser resolvidos em grupos. Ao nível da aprendizagem é até encorajado que assim o sejam e que motivem os participantes a interagir com os seus pares e perceber que por vezes um outro ponto de vista do mesmo problema acaba por ser o suficiente para que seja encontrada uma solução para o mesmo. É, portanto, encorajado e motivado o trabalho em grupo e o aproveitamento das capacidades e “talentos” de todos, desenvolvendo capacidades e competências que ultrapassam os objectivos iniciais de transmissão de conhecimento, mas que muito importantes são para o indivíduo enquanto parte integrante de uma sociedade e mesmo por desenvolver competências muito valorizadas pelo mercado de trabalho. As chamadas actualmente de “soft-skills”.

Outra das vantagens dos “jogos sérios” é que proporcionam um exercício de desenvolvimento do raciocínio prático e ao mesmo tempo de sumarização geral de várias disciplinas que podem até já ter sido estudadas no passado, cimentando os conhecimentos e criando a noção de interdisciplinaridade e ligação de vários assuntos.

Apesar de bastante bons no que toca à reacção do aluno a novos desafios e no lidar com a incerteza estes terão de ser aplicados no que se pode entender como um nível mais superficial da problemática. Quer isto dizer que apesar de serem simuladores, não são cópias do mundo real. Apenas o simulam com um (muito) reduzido número de parâmetros. No entanto, o objectivo deste tipo de jogos e ferramentas não é também espelhar o futuro mas sim criar um ambiente aproximado onde teorias e ideias possam ser experimentadas e consequências assimiladas.

No próximo capítulo apresentam-se instrumentos que utilizam exactamente esta abordagem.

4. Instrumentos de apoio à decisão

Apresentam-se, de seguida, algumas ferramentas de simulação e de apoio à tomada de decisão.

4.1 Análise tecno-económica

4.1.1 Um operador

As ferramentas de análise tecno-económica são poderosos instrumentos de apoio à decisão. No fundo modelam a realidade de acordo com modelos matemáticos e parâmetros variáveis e simulam uma quantidade praticamente infinita de cenários.

A ferramenta apresentada de seguida foi desenvolvida no Grupo de Sistemas de Banda Larga, na Universidade de Aveiro. Após anos de investigação e aperfeiçoamentos, esta ferramenta é bastante versátil. Existem muitas variâncias que acabam por seguir as mesmas linhas orientadoras e que são capazes de simular e comparar diversos cenários geográficos, momentos em que se processa o investimento, mudanças de tecnologias, etc.

O cenário apresentado de seguida é um estudo económico e financeiro da migração de uma rede de acesso ADSL para um cenário FTTH tendo por base um único operador. [16]

Serão simulados 3 cenários (optimista, mediano e pessimista) que permitirão tirar conclusões acerca da forma como pequenas variâncias podem alterar significativamente a tomada de decisão.

4.1.1.1 Descrição do cenário

4.1.1.1.1 ADSL

Na Figura seguinte, é representada de uma forma simplificada uma rede ADSL. É esta a configuração que será considerada neste estudo de caso.

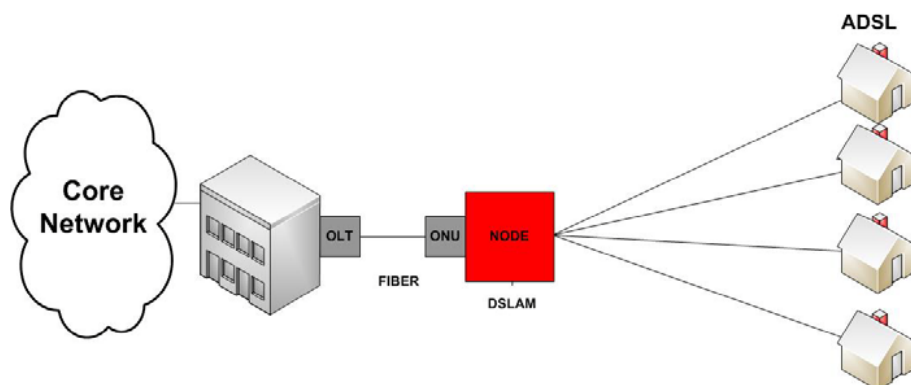


Figura 4-A: Configuração ADSL (simplificado). Fonte: Felix

4.1.1.1.2 FTTH

A arquitectura a considerar neste estudo técnico-económico é a FTTH com tecnologia PON (*Passive Optical Network*), e neste caso a fibra óptica chega directamente ao utilizador final, permitindo a colocação de uma fibra dedicada até cada unidade de alojamento.

Os elementos constituintes desta arquitectura são os seguintes:

- Estação local onde está localizado o equipamento necessário para dialogar com a rede;
- Nó de distribuição-agregação (*splitter* óptico);
- Ponto de interligação ao cliente.

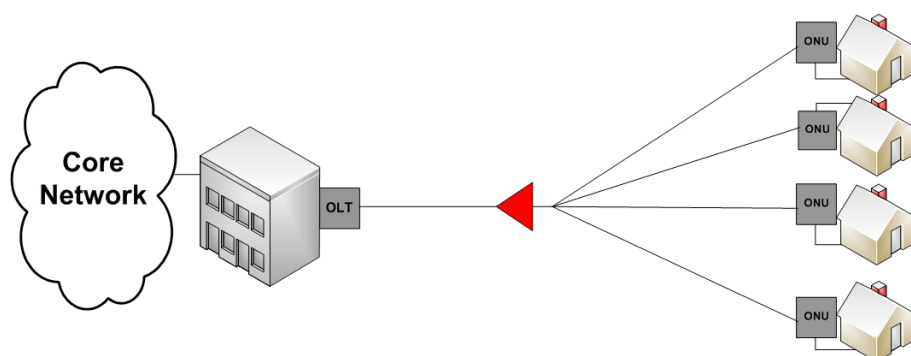


Figura 4-B: Configuração FTTH (simplificado). Fonte: Felix

4.1.1.1.3 Material e seus custos

Para elaborar uma análise técnico-económica rigorosa sobre a implementação de uma rede FTTH deveriam ser considerados todos os detalhes dos vários segmentos de rede com todos os seus múltiplos itens e respectivo faseamento de instalação.

Neste estudo todos esses elementos de custo serão agregados em apenas três itens:

- Equipamento do utilizador (ONU – *Optical Network Unit*);
- Ponto de agregação / distribuição (bateria de *Splitters*);
- Equipamento da Estação Local (*Central Office*).

Será também assumido que os custos de instalação já estão inseridos nos custos dos vários itens, de acordo com os valores da seguinte. Essa tabela fornece também as proporções entre a capacidade dos vários itens de material, necessário para implementar a nova rede.

Tabela 4-A: Custo e rácios de partilha dos vários componentes

	Custo	Rácio
Item 1 (Utilizador)	$Custo_{Item\ 1} = 20\ €$	1:1 (1 item 1 por cada utilizador)
Item 2	$Custo_{Item\ 2} = A + k_1 L_1\ €$	1:64 (1 item 2 por cada item 1)
Item 3 (Central Office)	$Custo_{Item\ 3} = B + k_2 L_2\ €$	1:32 (1 item 3 por cada item 2)

Onde,

A = componente fixa do custo do Item 2;

B = componente fixa do custo do Item 3;

k_1 e k_2 = custo de instalação por kilometro nos ramos L_1 e L_2 , respectivamente;

L_1 = distância do utilizador ao splitter (km);

L_2 = distância do splitter ao central office (km) .

Note-se que apenas o Item 1 tem um custo fixo, e que para os outros Itens o preço varia dependendo do comprimento de fibra a instalar. Para o caso do custo do Item 2 depende da distância deste ao utilizador e de um valor fixo, enquanto que o custo do Item 3 depende da distância deste ao *splitter* e também de um valor fixo.

Os valores de A , B , k_1 e k_2 são dados pelas tabelas seguintes.

Tabela 4-B: Preço base de cada Item

	Preço base
--	------------

Item 1 (Utilizador)	$PB_{Item\ 1} = 20\ \text{€}$
Item 2	$PB_{Item\ 2} = 30\ 000\ \text{€}$
Item 3 (Central Office)	$PB_{Item\ 3} = 1\ 000\ 000\ \text{€}$

Tabela 4-C: Formulas para os Custos Fixos e Custos de Instalação

	Custo Fixo	Custo de instalação (/km)
Item 2	$A = \frac{2}{3} \cdot PB_{Item\ 2}\ \text{€}$	$k_1 = \frac{Custo_{Item\ 2_max} - A}{L_{1_max}}$
Item 3 (Central Office)	$B = \frac{2}{3} \cdot PB_{Item\ 3}\ \text{€}$	$k_2 = \frac{Custo_{Item\ 3_max} - B}{L_{2_max}}$

Definiu-se que o Custo Fixo (A e B) seria uma percentagem do Preço Base, e como tal para o calcular multiplicou-se o Preço Base por dois terços.

Sabendo que $L_{1_max} = 20\ \text{km}$ e $L_{2_max} = 5\ \text{km}$, falta saber como chegar ao valor do custo máximo de cada Item. Neste caso definiu-se que o custo máximo de cada Item será o Preço Base multiplicado por 1,5.

Para usar as fórmulas da Tabela 1, já só nos falta saber L_1 e L_2 . Para tal fixou-se o valor de L_1 em 2km e fez-se com que o valor de L_2 dependesse da taxa de penetração anual, obtendo-se os valores seguintes:

Tabela 4-D: Valores utilizados de L1 e L2

Ano respectivo	Distância média entre o utilizador e o <i>Splitter</i> (L1) em km	Distância média entre o <i>Central Office</i> e o <i>Splitter</i> (L2) em km
1	2	2,412
2	2	2,452
3	2	2,618
4	2	3,143
5	2	4,002
6	2	4,560
7	2	4,742

8	2	4,787
9	2	4,797
10	2	4,799
11	2	4,800
12	2	4,800
13	2	4,800
14	2	4,800
15	2	4,800

Sabendo todos os dados relativos ao custo do material, falta agora saber como calcular a quantidade de material necessário.

Na figura seguinte encontra-se representado o rácio de cada Item, ficando-se assim a saber que por um lado um *Central Office (Item3)* consegue servir 32 *Splitters (Item 2)*, e cada *Item 2* consegue servir 64 utilizadores.

Na figura seguinte é mais clara a proporção do material em relação ao número de utilizadores.

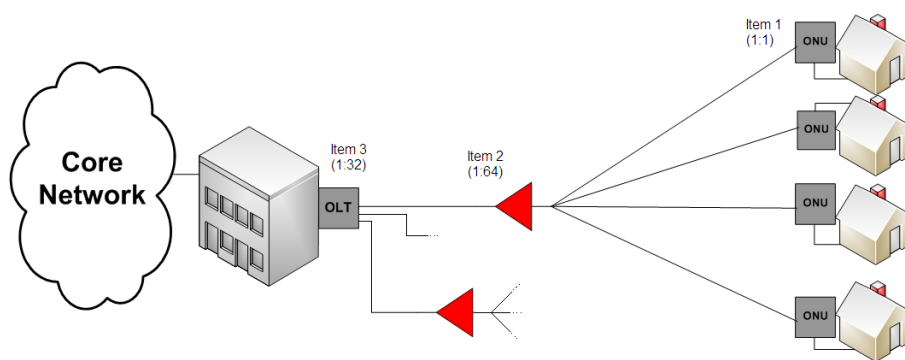


Figura 4-C: Solução FTTH com os diferentes itens e respectivos rácios. Fonte: Felix (adaptado)

Para saber tudo sobre o cenário em estudo, falta apenas saber a dimensão do mercado e a duração do projecto.

Assumem-se os seguintes pressupostos:

- Duração: O projecto terá uma duração total de 15 anos
- Dimensão do mercado: A zona em estudo tem um total de 15 000 utilizadores.

4.1.1.2 *Análise Económica e Financeira*

Conhecido o cenário, vamos passar à sua análise económica e financeira.

4.1.1.2.1 Mercado

Para a evolução da taxa de penetração são considerados 3 cenários possíveis: optimista, mediano e pessimista.

A fórmula utilizada para a estimativa das taxas de penetração assumidas neste estudo, $P(t)$, foi a seguinte:

$$P(t) = P_i + \frac{(P_f - P_i)}{1 + \alpha \cdot e^{\beta \cdot t}} , \quad (F.1)$$

em que,

- P_i = taxa de penetração inicial ;
- P_f = taxa de penetração final;
- α = parâmetro de controlo do momento de arranque do mercado ;
- β = parâmetro de controlo e velocidade de arranque do mercado ,
- t = ano para o qual se quer saber a taxa de penetração.

Utilizando os seguintes valores, na fórmula anterior, obtiveram-se as seguintes curvas para cada cenário:

Tabela 4-E: Valores das variáveis para os diferentes cenários

Pessimista				Mediano				Optimista			
P_i	P_f	α	B	P_i	P_f	α	β	P_i	P_f	α	β
10%	70%	5000	-1,50	10%	70%	2000	-1,50	10%	70%	900	-1,50

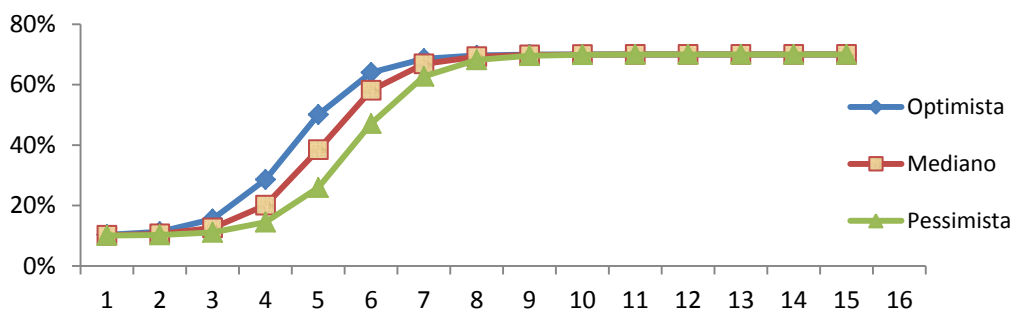


Figura 4-D: Os 3 cenários existentes relativamente a evolução da taxa de penetração

Constata-se que para os três cenários as curvas são em forma de S, e que no cenário optimista há uma adesão mais forte nos primeiros anos, logo atinge-se mais cedo o nível de penetração final (também denominado nível de saturação).

Embora tenha sido feita a análise dos três cenários considerados relativamente a evolução da taxa de penetração, nas secções seguintes será apenas apresentado o caso Optimista. A análise dos outros cenários é em tudo semelhante.

4.1.1.2.2 Capex (Cenário Optimista)

“Capex” (do inglês “*Capital Expenditures*”) é o conjunto de gastos que uma empresa faz na compra, melhoramento ou extensão de vida de activos corpóreos (infraestruturas, equipamento, sistemas, propriedades, etc).

Começando por observar os valores de evolução da taxa de penetração, obtidos através da fórmula acima apresentada (F.1). Para uma melhor percepção, os valores de percentagem serão convertidos para número de utilizadores. Relembrando que a dimensão do mercado é de 15000, obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 4-F: Cálculo do número de utilizadores

Ano Respectivo	Taxa de penetração	Número de utilizadores
1	10,297%	1.545
2	11,310%	1.696
3	15,455%	2.318
4	28,571%	4.286

5	50,059%	7.509
6	64,002%	9.600
7	68,549%	10.282
8	69,670%	10.451
9	69,926%	10.489
10	69,983%	10.498
11	69,996%	10.499
12	69,999%	10.500
13	70,000%	10.500
14	70,000%	10.500
15	70,000%	10.500

Na tabela anterior observa-se a evolução do número de utilizadores que ao longo do tempo de vida do projecto, verificando-se que no primeiro ano se começa apenas com 1545 utilizadores, e que num universo de 15 000, no final apenas serão atingidos 10 500. Como se trata do cenário mais optimista, verifica-se que se tem um crescimento acentuado nos primeiros anos e que atinge o nível de saturação bem antes do final do tempo de vida do projecto.

Neste momento, já se têm dados suficientes para calcular investimento que irá ser feito ao longo dos anos, em material necessário para servir sempre com boa qualidade os utilizadores.

Tabela 4-G: Material necessário ter em cada ano

Ano Respectivo	Item 1	Item 2	Item 3
1	1.545	25	1
2	1.696	27	1
3	2.318	37	2
4	4.286	67	3
5	7.509	118	4
6	9.600	151	5
7	10.282	161	6

8	10.451	164	6
9	10.489	164	6
10	10.498	165	6
11	10.499	165	6
12	10.500	165	6
13	10.500	165	6
14	10.500	165	6
15	10.500	165	6

Tendo o número de utilizadores, calculou-se a quantidade de material necessário ter em cada ano do projecto.

Para isso utilizaram-se as fórmulas seguintes:

- $\#_Item1 = \#_utilizadores$
- $\#_Item2 = \frac{\#_Item1}{64}$
- $\#_Item3 = \frac{\#_Item2}{32}$

Nestes cálculos, o valor final é arredondado em excesso, pois sempre que cada Item excede a sua capacidade possível, nem que seja em apenas por um utilizador, é necessário adquirir um novo.

Tabela 4-H: - Despesa anual em cada Item

Ano Respectivo	Item 1	Item 2	Item 3
1	30.892 €	575.372 €	1.000.000 €
2	3.038 €	46.131 €	- €
3	12.437 €	232.728 €	1.000.000 €
4	39.346 €	717.856 €	1.000.000 €
5	64.466 €	1.275.151 €	1.000.000 €
6	41.828 €	848.103 €	1.000.000 €
7	13.641 €	259.274 €	1.000.000 €
8	3.363 €	77.951 €	- €

9	768 €	- €	- €
10	172 €	25.999 €	- €
11	38 €	- €	- €
12	9 €	- €	- €
13	2 €	- €	- €
14	0 €	- €	- €
15	0 €	- €	- €

Juntando a informação do preço de cada Item, com a quantidade necessária conseguiu-se calcular a despesa anual, necessária fazer por cada Item1, 2 e 3. O investimento não é igual de ano para ano, visto que a aquisição de material novo é gradual e dependente do número de novos utilizadores.

Na tabela seguinte, é somado o valor das três colunas da tabela anterior, o que corresponde ao valor total de investimentos por cada ano.

Tabela 4-I: Investimento total anual

Ano Respectivo	Investimento por ano
1	1.606.264 €
2	49.168 €
3	1.245.165 €
4	1.757.202 €
5	2.339.617 €
6	1.889.931 €
7	1.272.915 €
8	81.314 €
9	768 €
10	26.171 €
11	38 €
12	9 €

13	2 €
14	0 €
15	0 €

Na tabela seguinte, encontram-se representados os resultados para o investimento acumulado, depreciado a 10%. Apenas se considera uma classe de depreciação ao longo do tempo de estudo.

Para obter os valores da tabela utilizou-se o seguinte procedimento:

$$IAD(t) = IA(t) + IAD(t-1) \cdot (1 - TD)$$

$$= \sum_{k=0}^t IA(k) \cdot (1 - TD)^{t-k}$$

onde,

$IAD(t)$ = Investimento acumulado depreciado no ano t ,

$IA(t)$ = Investimento anual correspondente ao ano t ,

TD = Taxa de depreciação considerada (no nosso caso $TD = 0,10$).

Tabela 4-J: Investimento acumulado (depreciado)

Ano Respectivo	Investimento acumulado (depreciado)
1	1.606.264 €
2	1.494.806 €
3	2.590.490 €
4	4.088.643 €
5	6.019.396 €
6	7.307.388 €
7	7.849.564 €
8	7.145.922 €
9	6.432.097 €
10	5.815.059 €
11	5.233.592 €

12	4.710.241 €
13	4.239.219 €
14	3.815.297 €
15	3.433.768 €

Como se disse anteriormente, apenas se analisou o Capex para o caso Optimista. Optou-se por analisar apenas um caso visto se considerar suficiente, uma vez que todos os cálculos são feitos de igual modo. Os seus resultados variam um pouco, por exemplo, no caso Pessimista os Investimentos serão um pouco mais tardios que no caso Optimista como à se mostra no gráfico seguinte onde se faz a representação dos investimentos anuais, para os 3 cenários considerados:

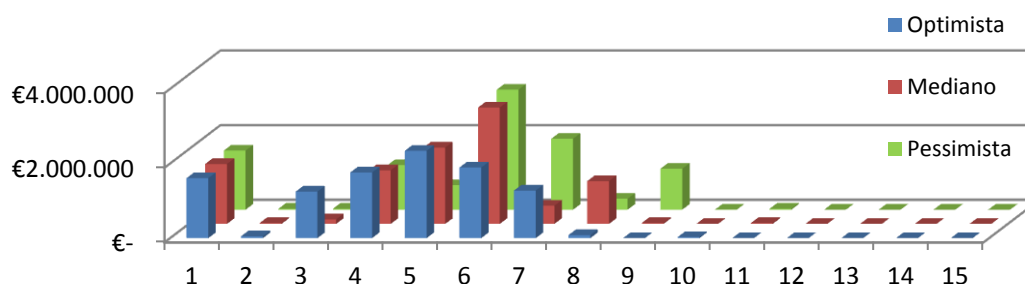


Figura 4-E: Investimentos anuais

4.1.1.2.3 Opex (Cenário Optimista)

“Opex”, provem do inglês “*operating expenditures*”, ou seja, são as várias despesas operacionais que o projecto vai tendo ao longo da sua existência.

Neste estudo, optou-se por um cálculo bastante simplificado, em que o Opex é uma percentagem do Capex acumulado, somado com um custo por cada utilizador, ou seja:

$$OPEX = \%CAPEX_Acumulado + X/Utilizador$$

A percentagem de CAPEX usada foi de 10%.

Tabela 4-K: OPEX

Ano respectivo	OPEX
1	345.978 €
2	353.057 €
3	537.248 €
4	923.139 €
5	1.503.009 €
6	1.882.776 €
7	2.018.838 €
8	1.968.653 €
9	1.901.879 €
10	1.841.209 €
11	1.783.293 €
12	1.731.009 €
13	1.683.919 €
14	1.641.529 €
15	1.603.377 €

4.1.1.2.4 Receitas

Calculou-se o custo anual do produto (pacote *triple play*), no qual se aplicou uma erosão de 5%. Depois de obtido este valor, calcular as receitas foi simples, uma vez que apenas se multiplicou o preço anual do produto pelo número de utilizadores.

Tabela 4-L: Receitas

Ano respectivo	Custo anual do produto (Erosão=5%)	Receitas
1	480 €	741.406 €
2	456 €	773.591 €
3	433 €	1.004.298 €

4	412 €	1.763.705 €
5	391 €	2.935.706 €
6	371 €	3.565.697 €
7	353 €	3.628.066 €
8	335 €	3.503.029 €
9	318 €	3.340.107 €
10	303 €	3.175.708 €
11	287 €	3.017.475 €
12	273 €	2.866.719 €
13	259 €	2.723.408 €
14	246 €	2.587.243 €
15	234 €	2.457.882 €

A figura seguinte ilustra o valor das receitas de uma forma mais perceptível.

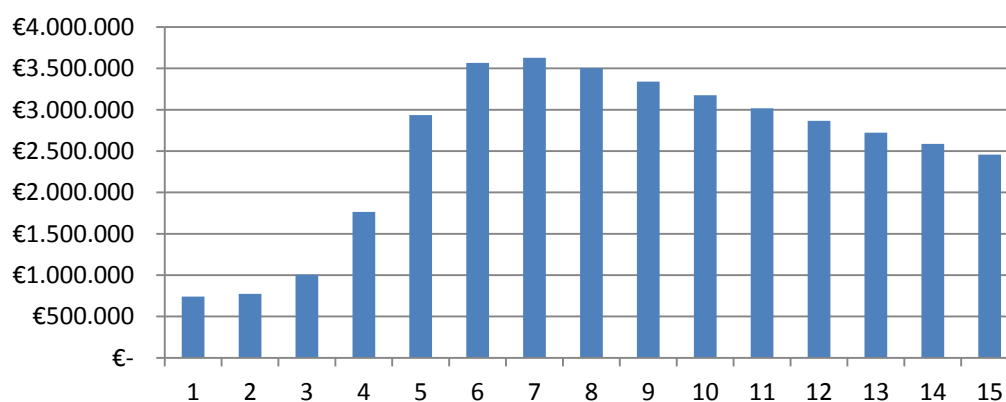


Figura 4-F: Receitas

4.1.1.2.5 Resultados

Analisando a figura seguinte, podem ser retiradas as seguintes conclusões:

- Numa primeira análise, chama a atenção a linha de *Balanço* (ou em inglês *cash balance*), esta representa a soma de todos os gastos e lucros ao longo projecto. Verifica-se que no ano 6, aproximadamente, se começa a recuperar o investimento, pois até ali a soma dos gastos era bem superior aos lucros, e que a partir desse ano começam finalmente a

conseguir diluir os gastos. Verifica-se também que o ano de recuperação é o ano 9. Só nesse ano é que se começa a ter realmente lucro.

- Verifica-se ainda que os valores de *Capex* nos primeiros anos são bastante elevados (investimento necessário para colocar toda a infraestrutura activa e a funcionar) mas com o passar do tempo vão sendo praticamente insignificantes.
- Para o *Opex* acontece exactamente o contrário: no início as despesas são poucas, mas nos últimos anos aumentam significativamente (fruto do grande aumento de utilizadores).
- Por último, através da linha de *Balanço*, verifica-se que o projecto demora a dar lucro mas quando tal acontece, esse lucro aumenta bastante.

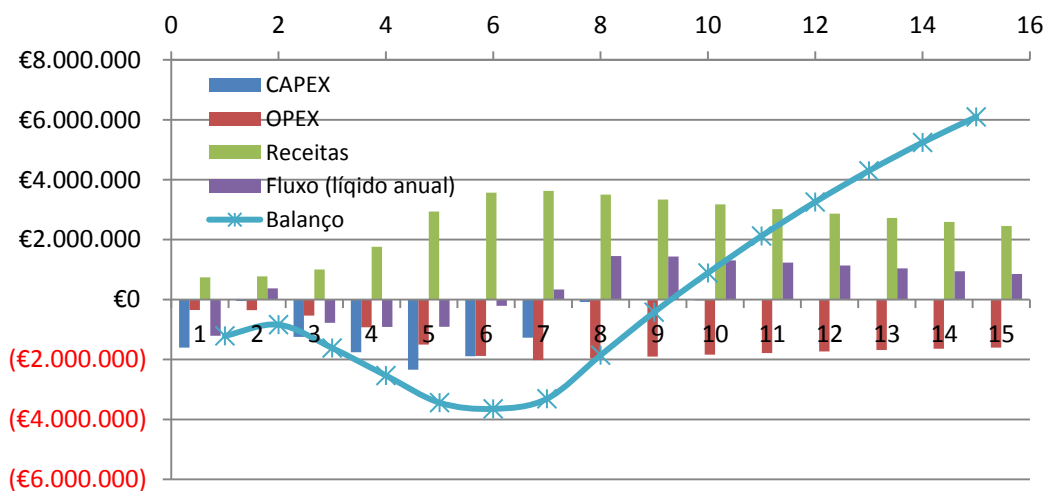


Figura 4-G: Representação de todos os resultados (optimista)

4.1.1.2.6 Acerca dos Cenários Mediano e Pessimista

Optou-se por incluir neste documento algumas considerações relativas a todos os cenários. Visto já ter sido analisado o caso Optimista, falta analisar os outros dois cenários (Mediano e Pessimista). Os gráficos que se seguem, onde estão representados todos os resultados significativos (*Capex*, *Opex*, *Receitas*, *Fluxo (líquido anual)*, e *Balanço*) ajudam a retirar algumas conclusões.

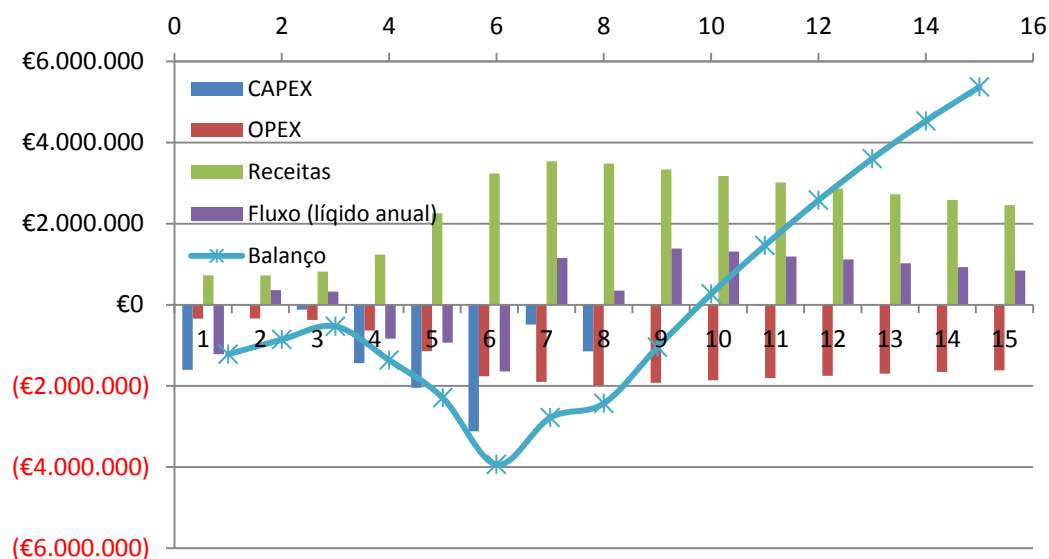


Figura 4-H: Representação de todos os resultados (Mediano)

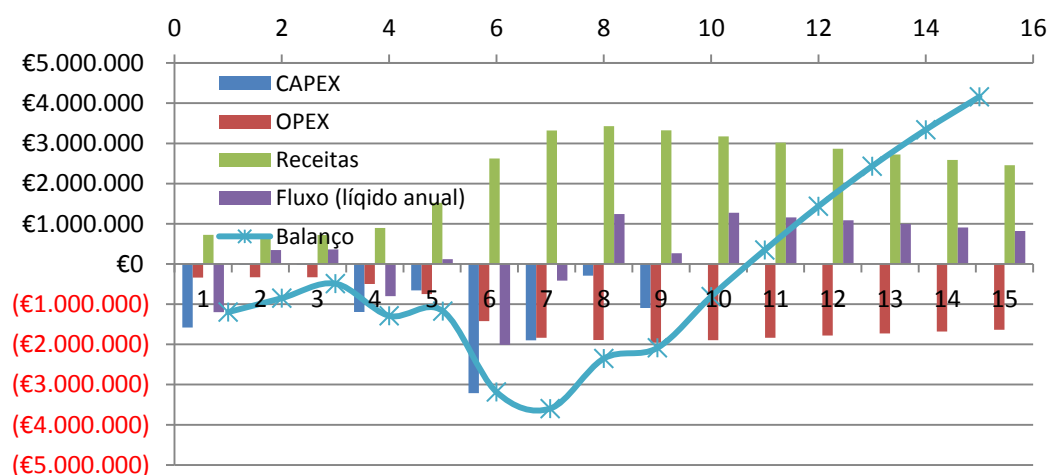


Figura 4-I: Representação de todos os resultados (pessimista)

Ao observar as figuras anteriores o *Balanço* é a linha que tem um comportamento mais disforme. Verifica-se que a recuperação a nível financeiro do projecto começa no ano 6, para o cenário Mediano e no ano 7 para o cenário Pessimista. Para uma melhor análise, foi criado um gráfico onde apenas se considera a variável *Balanço*.

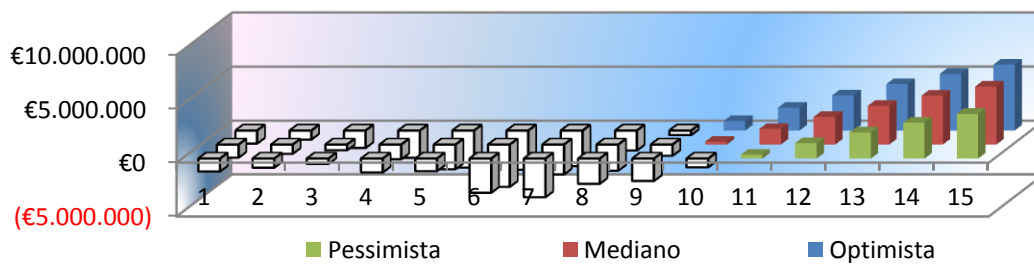


Figura 4-J: Balanço para os 3 cenários.

Através da figura anterior, verifica-se que se obtém diferentes anos de recuperação, para os cenários Optimista e Mediano obtém-se um período de recuperação de 9 anos (no entanto com lucro inferior no cenário mediano), ao passo que para o cenário Pessimista a recuperação é apenas feita no décimo primeiro ano.

Como o projecto tem uma duração limitada o lucro no caso Pessimista vai ser bem menor que nos outros, pois neste apenas se irá retirar lucro nos últimos cinco anos.

4.1.2 Vários operadores

Utilizando técnicas semelhantes às enunciadas atrás para um único operador, é possível simular concorrência. Até aqui o apresentado considerava a totalidade do mercado e modelando o mesmo de acordo com curvas logísticas de adopção / abandono de uma tecnologia, não dando, portanto ênfase ao facto de existir geralmente mais do que um operador a comercializar o mesmo produto.

A ferramenta apresentada agora analisa a hipótese de existirem cenários em que vários operadores lutam entre si pela preferência de possíveis clientes utilizando estratégias que podem ser diferentes.

4.1.2.1 Concorrência e vector qualidade

Todos os operadores oferecem o mesmo serviço, porém todos com níveis de qualidade diferente. Estes valores de qualidade de momento são aqui utilizados apenas em abstracto, mas à frente serão associados através de um vector de qualidade a determinado conjunto de parâmetros.

Definindo então como Q a variável qualidade de cada operador, temos que quando cada um avalia a sua situação, ele irá decerto querer comparar a qualidade do seu serviço, com a qualidade média do mercado, podendo esta ser definida como: [17]

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{n=a}^c Q_n \times M_n}{\sum_{n=a}^c M_n}$$

A qualidade relativa de um operador A em relação à totalidade de mercado, poderá então ser dada por:

$$Q_{Ar} = \frac{Q_A}{Q}$$

Se definirmos a elasticidade de qualidade, como o crescimento percentual de mercado, dividido pelo crescimento percentual de qualidade, e para o exemplo em estudo considerarmos uma elasticidade de 1, temos que:

$$E_Q = \frac{dM}{dQ} = 1$$

Obtido este valor da elasticidade, podemos então calcular as mudanças de mercado, que para um determinado operador A são dadas por:

$$dM_A = E_Q \times (Q_{Ar} - 1)$$

É de extrema importância referir, que sendo a elasticidade definida em percentagem, estes valores também se encontram em percentagem, representando assim um aumento ou diminuição de x% de utilizadores.

Finalmente temos as equações dinâmicas de mercado, uma para cada operador. No caso do operador A são então dadas por:

$$M_A(t) = M_A(t-1) + dM_A(t-1)$$

De seguida vamos então configurar um conjunto de parâmetros que, devidamente ponderados, poderão dar origem ao valor final do factor Qualidade. Estes parâmetros são o número de serviços

oferecidos pelo operador em causa, bem como a largura de banda (de upload e de download) disponibilizada, a taxa de contenção oferecida e por último um parâmetro que define a sobrecarga da rede.

É então criado um vector onde estes parâmetros podem ser relacionados e ponderados. A partir de um “valor médio de mercado” para cada um destes parâmetros, pode chegar-se a rácio, que não seria mais que a divisão do parâmetro em causa de um dado operador, por esse mesmo parâmetro inicial. Esta divisão permite depois implementar uma função logarítmica para cada parâmetro, tornando mais fácil a obtenção de um valor final de qualidade.

Temos então o vector qualidade de acordo com a fórmula abaixo enunciada:

$$Q_0 = \exp \left[\sigma \times \ln \left(\frac{S}{S_0} \right) + \beta_{up} \times \ln \left(\frac{BW_{up}}{BW_{up0}} \right) + \beta_{down} \times \ln \left(\frac{BW_{down}}{BW_{down0}} \right) - \theta_i \times \ln \left(\frac{TI}{TI_0} \right) \right. \\ \left. - \theta_a \times \ln \left(\frac{TP_0}{TP_0} \right) - \theta_b \times \ln \left(\frac{TP_1}{TP_1} \right) - \gamma_{c1} \times \ln \left(\frac{T_{c1}}{T_{c10}} \right) - \gamma_{c2} \times \ln \left(\frac{T_{c2}}{T_{c20}} \right) \right. \\ \left. - \delta_R \times \ln \left(\frac{R}{R_0} \right) \right]$$

Onde,

- S representa o número de serviços que o operador disponibiliza;
- S_0 representa a média de serviços que o mercado oferece;
- BW_{up} representa a largura de banda de upload que o operador em causa oferece;
- BW_{up0} representa a largura de banda de upload média do mercado;
- BW_{down} representa a largura de banda de download que o operador em causa oferece;
- BW_{down0} representa a largura de banda de download média do mercado;
- TI é o parâmetro que indica a tarifa de instalação que o operador cobra aos seus clientes aquando da instalação do seu serviço;
- TI_0 indica-nos a tarifa de instalação média do mercado;
- TP_0 representa a tarifa cobrada pelo operador aos assinantes de um eventual pacote 0;
- TP_0 representa o preço médio de mercado de um pacote equivalente ao pacote 0;
- TP_1 representa a tarifa cobrada pelo operador aos assinantes de um eventual pacote 1;

- TP_1 representa o preço médio de mercado de um pacote equivalente ao pacote 1;
- TC_1 representa a taxa de contenção associada ao pacote 1;
- TC_{10} representa a taxa de contenção média de mercado associada ao pacote 1;
- TC_2 representa a taxa de contenção associada ao pacote 2;
- TC_{20} representa a taxa de contenção média de mercado associada ao pacote 2;
- R representa o parâmetro que mede a sobrecarga da rede, e consequentemente quando maior for, menor será a qualidade do serviço prestado;
- R_0 indica o nível médio de sobrecarga do mercado.

4.1.2.2 A ferramenta

A ferramenta de cálculo que permite a simulação deste mercado corre em ambiente excel.

A folha de parâmetros é a primeira e principal desta ferramenta. Nessa folha, o utilizador começa por preencher a elasticidade de mercado pretendida, bem como a percentagem de erosão da tarifa mensal a cada unidade de tempo e seguidamente a tabela “Situação Inicial de Mercado”, com o número de utilizadores que o operador em causa tinha no seu serviço antigo e que de alguma forma vai tentar convencer a migrar para o novo serviço. Este valor também pode ser acrescido de um número de utilizadores auferidos através de uma eventual campanha de marketing que o operador tenha levado a cabo, a fim de conseguir assim uma maior adesão ao seu serviço. Em todo o caso, este valor é um mero pressuposto inicial. As restantes células desta tabela deverão ser preenchidas com a tarifa mensal para cada utilizador, para os diferentes pacotes de serviço que oferece, com a respectiva taxa de contenção, e a respectiva percentagem de utilizadores que aderem a um ou a outro pacote. Também nesta tabela deverá ser incluída (caso o operador a pretenda cobrar) uma tarifa de instalação do seu serviço.

Seguidamente deverá preencher, se assim o entender, a tabela “Upgrades” com as novas tarifas e percentagem de utilizadores em cada pacote oferecido, para os três operadores. Poderá, por último, decidir efectuar um upgrade à sua infraestrutura o que lhe permitirá assim obter uma melhor qualidade de serviço e, consequentemente, um maior número de utilizadores. Caso o deseje fazer deverá indicar se o processo de upgrade à infraestrutura é faseado ou todo de uma só vez.

Todo este processo poderá ser feito com o acompanhamento permanente dos gráficos presentes na folha, os gráficos de Market Share e de Cash-Balance respectivamente, que mudam instantaneamente com cada alteração efectuada, permitindo assim ao utilizador manter-se

informado sobre os efeitos de cada alteração e permitindo-lhe consequentemente uma maior afinação dos resultados pretendidos. A figura seguinte ilustra a folha de cálculo “Parâmetros”.

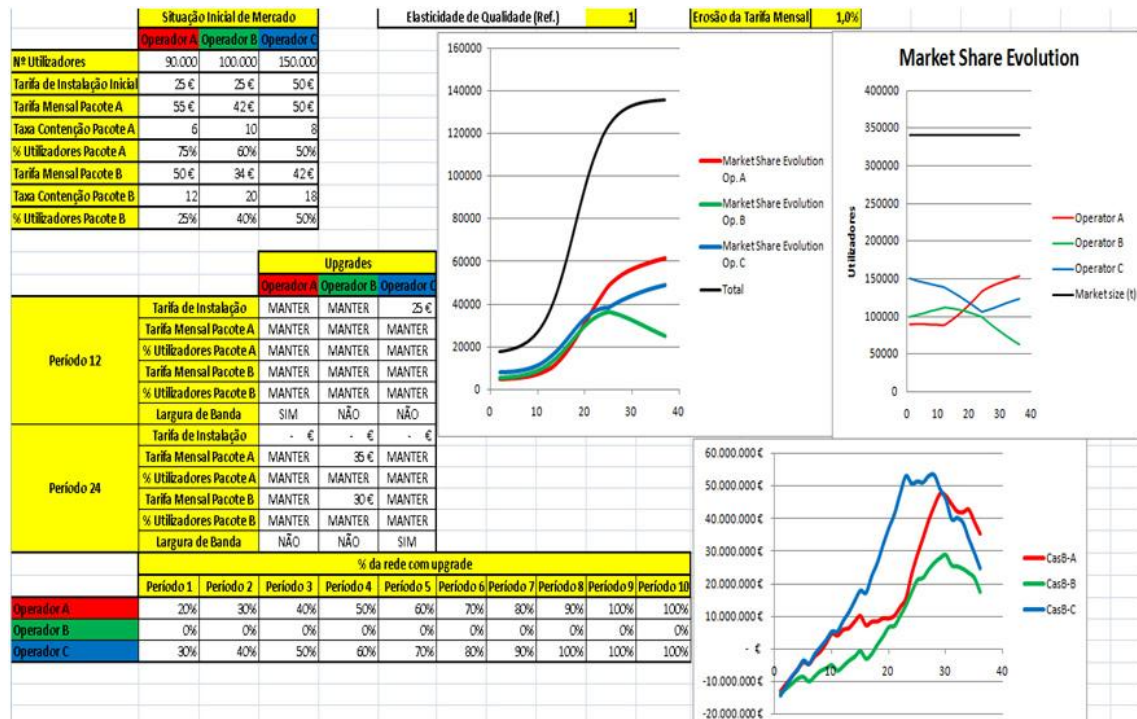


Figura 4-K: Folha de cálculo “Parâmetros”. Fonte: Felix.

Na folha de cálculo “Qualidade”, factor principal na determinação de ganho ou perda de clientes por parte dos utilizadores, o utilizador tem a possibilidade de alterar os pesos de cada componente do vector qualidade, e as larguras de banda de upload e de download para os três operadores com ou sem upgrade.

A folha de cálculo “Market Evolution – Table”, mostra a evolução do mercado de cada operador, em função da sua qualidade relativa. É, ainda possível incluir um factor de aleatoriedade em cada unidade de tempo, para um maior realismo da ferramenta de cálculo. Tal alteração deverá ser feita na coluna Random Factor.

A folha de cálculo de evolução dos preços dos componentes de rede parte-se do pressuposto que da mesma forma que se considera que as tarifas sofrem erosão ao longo do tempo, também é legítimo considerar que o preço dos equipamentos é igualmente afectado. É aqui usada uma curva de aprendizagem estendida que nos dá o preço de um determinado componente em função do tempo dada por:

$$P(t) = P(0) \left[n_r(0) \left(1 + \exp \left\{ \ln \left[\frac{1 - n_r(0)}{n_r(0)} \right] - \left[\frac{2 \ln(9)}{\Delta t} \right] t \right\} \right) \right]^{-\ln(k)/\ln(2)}$$

Onde:

- $P(0)$ é o preço no ano de referência ($t=0$);
- K é o parâmetro da curva de aprendizagem que descreve o custo como função do volume de equipamentos produzidos. Este volume é muitas vezes empírico, para uma dada tecnologia (ex: componentes ópticos passivos, ponto-a-ponto, rádio etc.);
- Δt , representa o tempo que o volume acumulado de produção leva a chegar de 10 a 90% do volume total de produção (volume de saturação);
- $N_r(0)$, é o volume de produção acumulado no zero (para $t=0$), relativo ao volume de saturação.

O coeficiente K tem especial impacto na evolução dos preços. Assim, quando $K=0.7$, obtemos uma redução do preço em 30% ($1-K$), quando o volume de produção duplica. Dada a importância dos parâmetros K , Δt e $N_r(0)$, o equipamento foi dividido em classes, classes essas descritas nas tabelas que se seguem. [18]

Tabela 4-M: Classes da curva de aprendizagem e valores de K.

Classe da Curva de Aprendizagem	Valor de K
Construção Civil	1
Cabos de Cobre	1
Electrónica	0.8
Cabos de Fibra	0.9
Componentes Ópticos Avançados	0.7
Componentes Ópticos Passivos	0.8

Tabela 4-N: Parâmetros de produção em volume de equipamentos.

Classe de volume	nr(0)	Δt
Velha, rápida	0.5	5
Madura, rápida	0.1	5
Nova, rápida	0.01	5

Velha, média	0.5	10
Madura, média	0.1	10
Nova, média	0.01	10
Velha, muito lenta	0.5	40
Velha, lenta	0.5	20
Nova, muito lenta	0.01	40
Nova, lenta	0.01	20
Emergente, muito lenta	0.001	40
Emergente, lenta	0.001	20
Emergente, média	0.001	10
Emergente, rápida	0.001	5

Assim, nesta folha são introduzidos os preços de cada componente no ano zero, bem como a classe a que correspondem.

A folha de cálculo “Gráficos”, conforme o nome indica tem o objectivo de nos mostrar alguns gráficos relativos à evolução de mercado. Assim, nesta folha poderemos ver três gráficos circulares, que indicam as distribuições de mercado inicial e final, bem como o factor de preferência (qualidade) inicial dos três operadores e dois gráficos de linhas, que nos dão a indicação da evolução do market share de cada operador ao longo do tempo de vida do projecto. A mesma pode ser vista na figura seguinte.

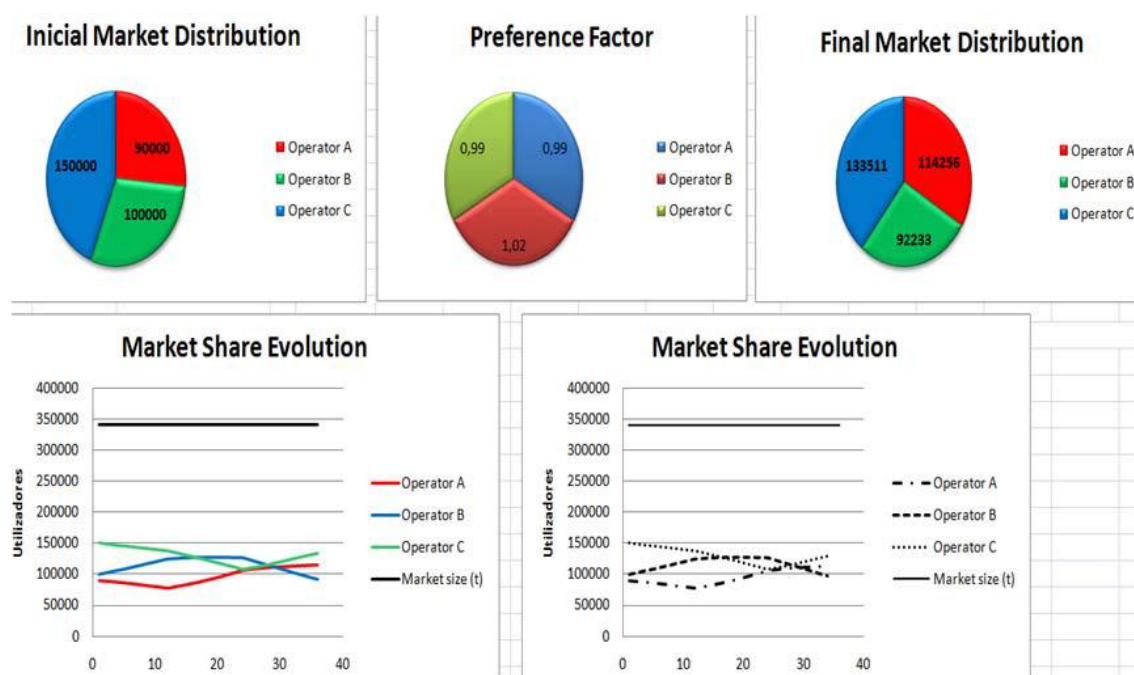


Figura 4-L: Folha de cálculo “Gráficos”. Fonte: Felix.

Seguidamente temos a folha de cálculo Market Share. Nesta folha, é possível alterar os parâmetros da curva logística que modela o mercado. Assim, é possível alterar a taxa de penetração inicial, a taxa de penetração final (taxa de saturação), bem como os parâmetros alfa e beta, que controlam a velocidade de arranque do mercado. Também nesta folha, é possível ver a evolução do mercado de cada operador a cada unidade de tempo. O número de utilizadores é depois multiplicado pela curva logística que modela o mercado, para assim ser calculado o número efectivo de utilizadores que aderem aos serviços de cada operador, em cada unidade de tempo.

Na folha CAPEX desta ferramenta de cálculo são definidos os rácios de cada um dos três itens que compõem a rede, com e sem upgrade. Por outro lado na folha de cálculo OPEX, os gastos operacionais são definidos como uma percentagem do CAPEX acumulado e uma quantia fixa por cada utilizador (personalizáveis).

A folha de cálculo “Receitas”, da ferramenta de cálculo, como o próprio nome indica, apresenta as receitas de cada operador, provenientes das diferentes tarifas mensais que pratica, bem como a tarifa de instalação do seu serviço. É apresentado um gráfico que ilustra a evolução das receitas dos três operadores, ao longo do período de vida do projecto.

A última folha de cálculo, a folha “Cash Balances”, contém três tabelas, uma para cada operador. Em cada uma delas, podemos ver uma evolução de todos os gastos (CAPEX e OPEX) ao longo do tempo de vida do projecto, bem como das receitas. Com estes dados, conseguimos então calcular o Cash Flow anual de cada operador, o seu Cash Balance, ARPU e AMPU. Na mesma tabela, estão ainda incluídos os valores da taxa interna de rentabilidade, período de recuperação e valor actual líquido do projecto.

Para além destas tabelas, é ainda possível alterar no topo da folha de cálculo, a taxa de juro anual, bem como observar 10 gráficos (4 de barras e 6 de linhas), sendo que 6 deles (3 de barras e 3 de linhas) apresentam a evolução do CAPEX, OPEX, receitas, cash flow e cash balance para cada operador. Existem ainda dois gráficos que apresentam apenas a evolução do cash balance dos 3 operadores ao longo do tempo de vida do projecto, tanto em gráfico de linhas, como de colunas. Os últimos dois gráficos ilustram a variação do ARPU e do AMPU dos 3 operadores, ao longo do tempo de vida do projecto.

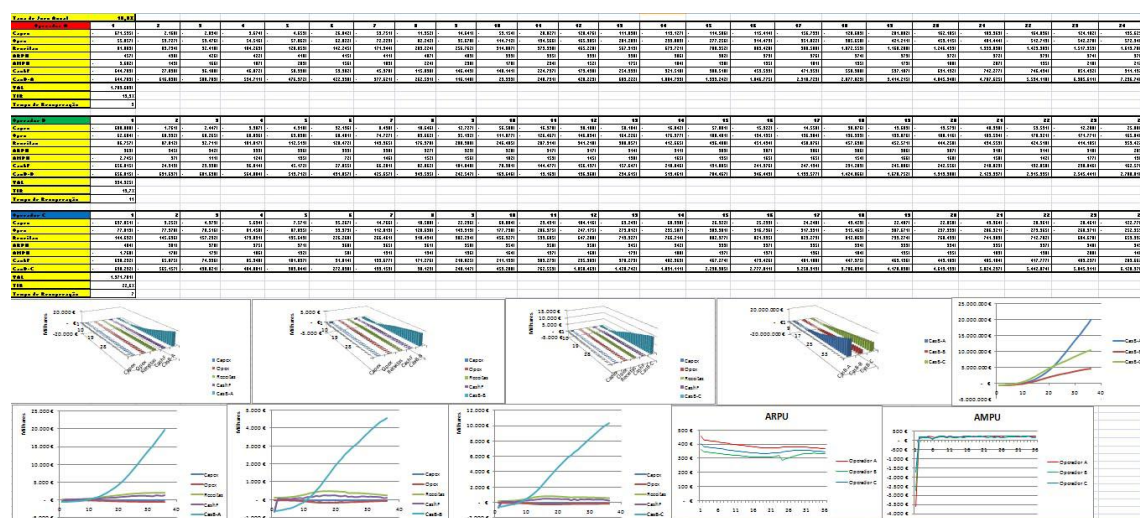


Figura 4-M: Folha de cálculo “Cash Balances”. Fonte Felix.

4.1.2.3 Cenário ADSL - FTTH

Considerando, então, um cenário semelhante ao do capítulo 4.1.1, podemos simular os efeitos da concorrência entre 3 operadores.

Tabela 4-O: Situação Inicial de Mercado.

	Operador A	Operador B	Operador C
Nº Utilizadores	90000	100000	150000

Tarifa de Instalação Inicial	25€	25€	25€
Tarifa Anual Pacote A	650€	500€	600€
% Utilizadores Pacote A	75%	60%	50%
Tarifa Anual Pacote B	600€	400€	500€
% Utilizadores Pacote B	25%	40%	50%

Inicial Market Distribution



Figura 4-N: Distribuição inicial de mercado

Ao fim de cada 12 períodos de tempo os três operadores têm a possibilidade de fazer alterações nos seus tarifários, bem como um upgrade à sua infraestrutura.

Tabela 4-P: Opções de cada Operador ao fim de 12 unidades de tempo.

	Operador A	Operador B	Operador C
Tarifa de Instalação	Sem alterações	Sem alterações	25€
Tarifa Anual Pacote A	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
% Utilizadores Pacote A	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
Tarifa Anual Pacote B	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
% Utilizadores Pacote B	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
Upgrade à infraestrutura	SIM	NÃO	NÃO

Tabela 4-Q: Opções de cada Operador ao fim de 24 unidades de tempo.

	Operador A	Operador B	Operador C
Tarifa de Instalação	Gratuita	Gratuita	Gratuita

Tarifa Anual Pacote 1	Sem alterações	425€	Sem alterações
% Utilizadores Pacote 1	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
Tarifa Anual Pacote 2	Sem alterações	350€	Sem alterações
% Utilizadores Pacote 2	Sem alterações	Sem alterações	Sem alterações
Upgrade à infraestrutura	NÃO	NÃO	SIM

No final das 36 unidades de tempo simuladas, a ferramenta calcula a distribuição final de mercado tal como se pode ver na figura seguinte:

Final Market Distribution

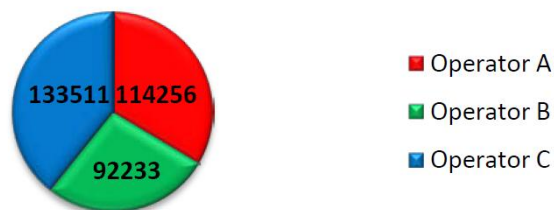


Figura 4-O: Distribuição final de Mercado.

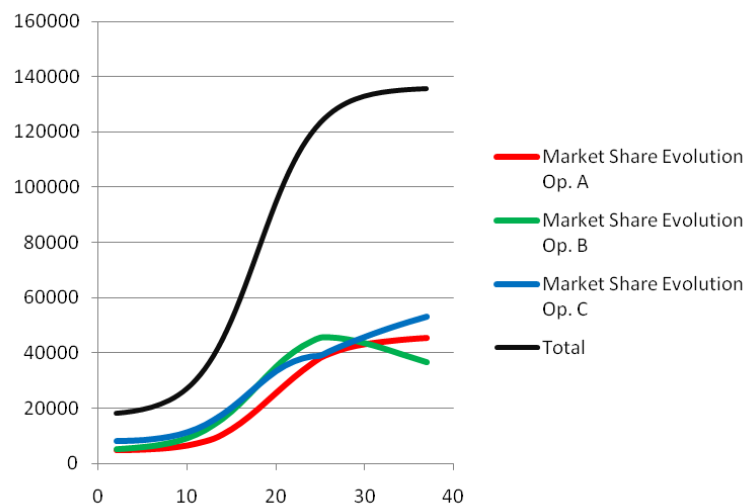


Figura 4-P: Distribuição de mercado ao longo da simulação.

De igual forma, são fornecidos outros indicadores que podem dar conta da proficiência, ou não, das decisões tomadas pelos vários operadores, como por exemplo, o CAPEX; OPEX, ARPU, AMPU, VAL, TIR, Período de Recuperação, etc.

Tabela 4-R: Alguns resultados económicos no final da simulação.

	Operador A	Operador B	Operador C
VAL	14.593.501 €	11.396.817 €	20.268.166 €
TIR	70,1%	30,9%	60,7%
Período de Recuperação	2 Unidades de tempo	3 Unidades de tempo	2 Unidades de tempo

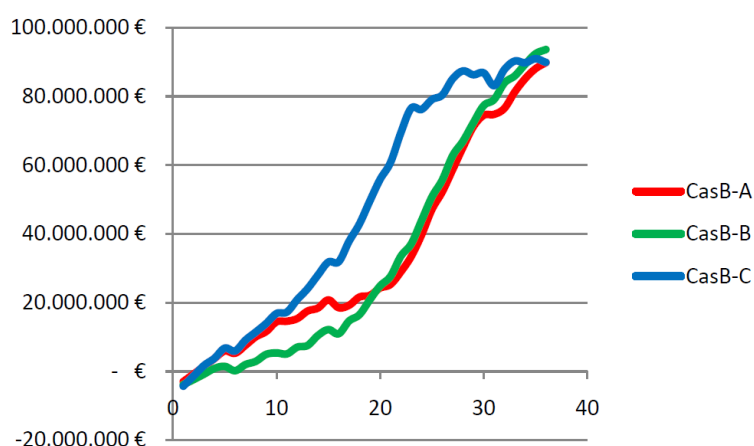


Figura 4-Q: Evolução do Cash-Balance dos operadores ao longo da simulação.

Neste caso simulou-se um cenário ADSL - FTTH, tal como explicado atrás. No entanto, convém referir a extrema flexibilidade desta ferramenta. Por exemplo, no mesmo âmbito da simulação deste cenário, foram também simulados, no mesmo trabalho, uma implementação de WiMAX em zonas rurais e a adopção de UMTS e posterior migração para LTE.

4.2 Stimulearning

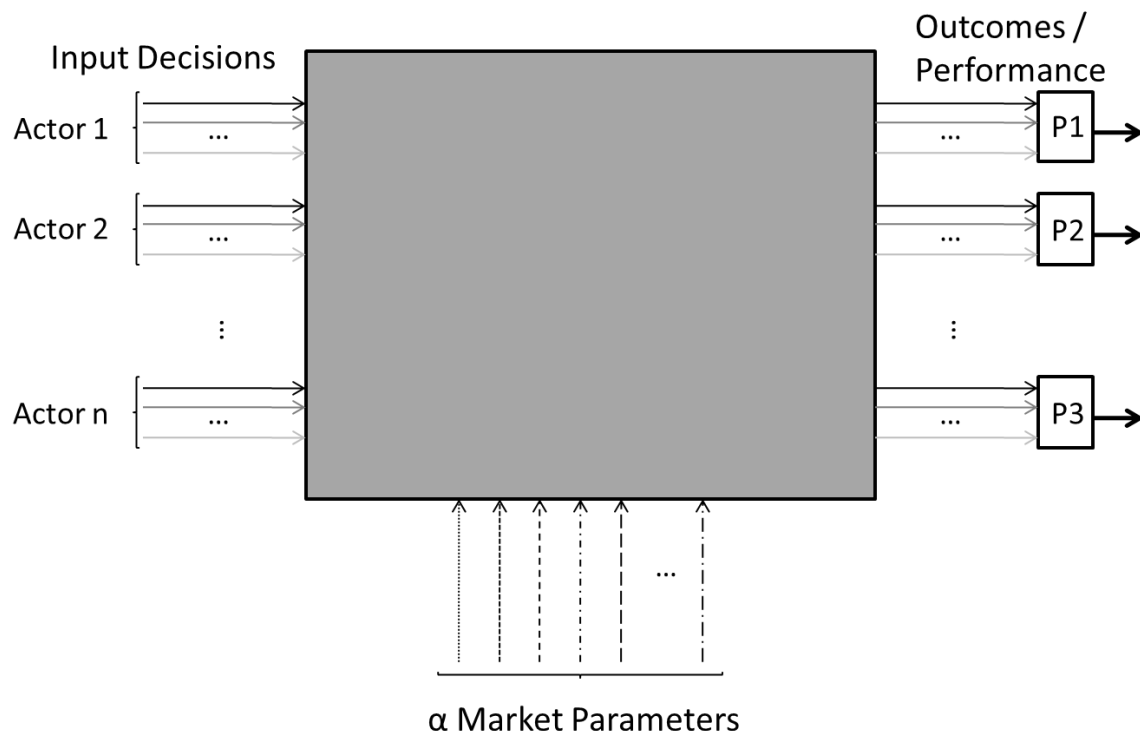
A ferramenta Stimulearning foi desenvolvida na Universidade de Aveiro no Grupo de Sistemas de Banda Larga com o objectivo de ser uma aplicação de agradável utilização que permitisse uma experiência educacional acrescida aos seus utilizadores. A intensão é reflectir a dinâmica do mercado da indústria das telecomunicações.

Foi construída a pensar nos alunos de engenharia de telecomunicações e pretende que estes tomem conhecimento dos impactos económicos de determinadas decisões técnicas. Pretende ainda promover um espírito empreendedor nestes alunos recorrendo a uma simulação de casos de negócio do mundo real num ambiente digital e colaborativo que potencia a aprendizagem pela experiência.

A ferramenta implementa um tipo de aprendizagem que possibilita a interação com um ambiente empresarial onde os participantes são convidados a “vestir a camisola” e tomarem os papéis de profissionais de empresas onde decisões têm de ser tomadas num mercado concorrencial.

O desenvolvimento desta ferramenta foi baseado em anos de análise dos modelos de negócio de telecomunicações e da influência nestes de decisões de engenharia de um operador de telecomunicações.

Esta ferramenta pode ser descrita pelo modelo seguinte:



Esta ferramenta pega, então, nas decisões de vários actores, processa as mesmas de acordo com alguns parâmetros que modelam o comportamento do mercado e devolve resultados que depois de comparados escalonam os vários actores de acordo com o seu desempenho.

4.2.1 Abordagem pedagógica

A abordagem pedagógica a esta ferramenta é feita de acordo com os seguintes princípios:

- Os participantes são divididos em equipas aos quais é entregue um projecto focado em problemas do mundo real.
- Pretende-se que os projectos sejam escolhidos de acordo com contribuições de engenheiros de várias empresas que são convidados a apresentar alguns dos desafios com os quais se confrontam numa série de seminários.
- Os projectos são desenhados em torno de uma situação em que as equipas tenham um papel a tomar enquanto empresas concorrentes no mercado.
- Cada equipa tenta então identificar possíveis soluções para o desafio levantado e avalia as mesmas não só em termos técnicos mas também económicos.
- No final estas soluções deverão ser convertidas em casos de negócio que serão então seguidos num mercado simulado.
- A ferramenta Stimulearning é então utilizada para criar a simulação da situação de mercado semelhante à encontrada no mundo real e avaliar os vários modelos de negócio que estão em concorrência directa.
- As lições daqui retiradas podem ser transferíveis para o mundo real. Ainda assim, deverão ser entendidas como uma forma de preparação acrescida e nunca como uma previsão fidedigna do que irá acontecer.

Esta atmosfera mais próxima do mundo real e o papel activo que os participantes tomam cria uma aprendizagem mais cimentada e experimentada que leva a um acréscimo nas capacidades práticas e sensibilidade para lidar com estas problemáticas.

A interacção com esta ferramenta é apontada como de extrema utilidade para testar e consolidar conhecimentos anteriormente adquiridos, possibilitando uma melhor compreensão do negócio e melhorando as capacidades de trabalho em equipa e outras soft-skills.

4.2.2 A ferramenta

A ferramenta pode ser sumariamente descrita como uma simulação de um cenário em que na zona em análise estão presentes vários operadores distintos, todos eles lutando entre si pela maior quota de mercado. Cada operador terá que se preocupar com a qualidade de serviço que presta aos seus clientes, sob pena de que, caso esta seja inferior à qualidade de serviço oferecida pelos seus concorrentes, o operador em causa corra sérios riscos de ver os seus clientes prescindirem do seu serviço, para começarem a utilizar o serviço de outros operadores. A qualidade de cada operador é imprescindível e o vector que a define tem como parâmetros o número de serviços oferecidos pelos diferentes operadores, as tarifas que cobram aos seus clientes (tarifa de instalação do serviço e tarifa anual), a largura de banda de upload e a largura de

banda de download que oferecem, e ainda um parâmetro que define o sobre carregamento da rede do operador, o que conduz a uma menor qualidade de serviço. Cada operador deverá portanto tentar manter a sua qualidade relativa o mais alta possível, quer oferecendo o maior número de serviços possível, quer praticando tarifas mais reduzidas que os seus concorrentes, quer ainda investindo na sua infraestrutura a fim de poder oferecer uma maior largura de banda aos seus clientes. Este upgrade, deverá contudo ser bastante bem pensado uma vez que embora possa melhorar bastante a qualidade de serviço do operador em causa, e conseqüente market-share, também poderá ter um efeito adverso, caso o operador não consiga recuperar o investimento realizado (se praticar, por exemplo, tarifas excessivamente reduzidas).

No acesso à plataforma existem perfis de administrador e de participante.

4.2.2.1 Administrador

O administrador pode criar cenários e configurar os mesmos, dotando a ferramenta de uma personalização quase infinita.

Logo na criação do cenário, o Administrador deverá indicar o nome do cenário em causa, bem como definir o tipo de unidades de tempo em que pretende que este seja dividido (meses, trimestres, semestres, anos, etc.). Seguidamente deverá definir o número de unidades de tempo do cenário em causa, bem como o número de pontos de decisão (hipóteses que cada operador terá para alterar a sua infraestrutura e/ou tarifas e serviços) e por último o tempo que decorre entre a simulação de cada unidade de tempo.

Após a criação de um cenário a ferramenta tem, para o administrador o seguinte aspecto:

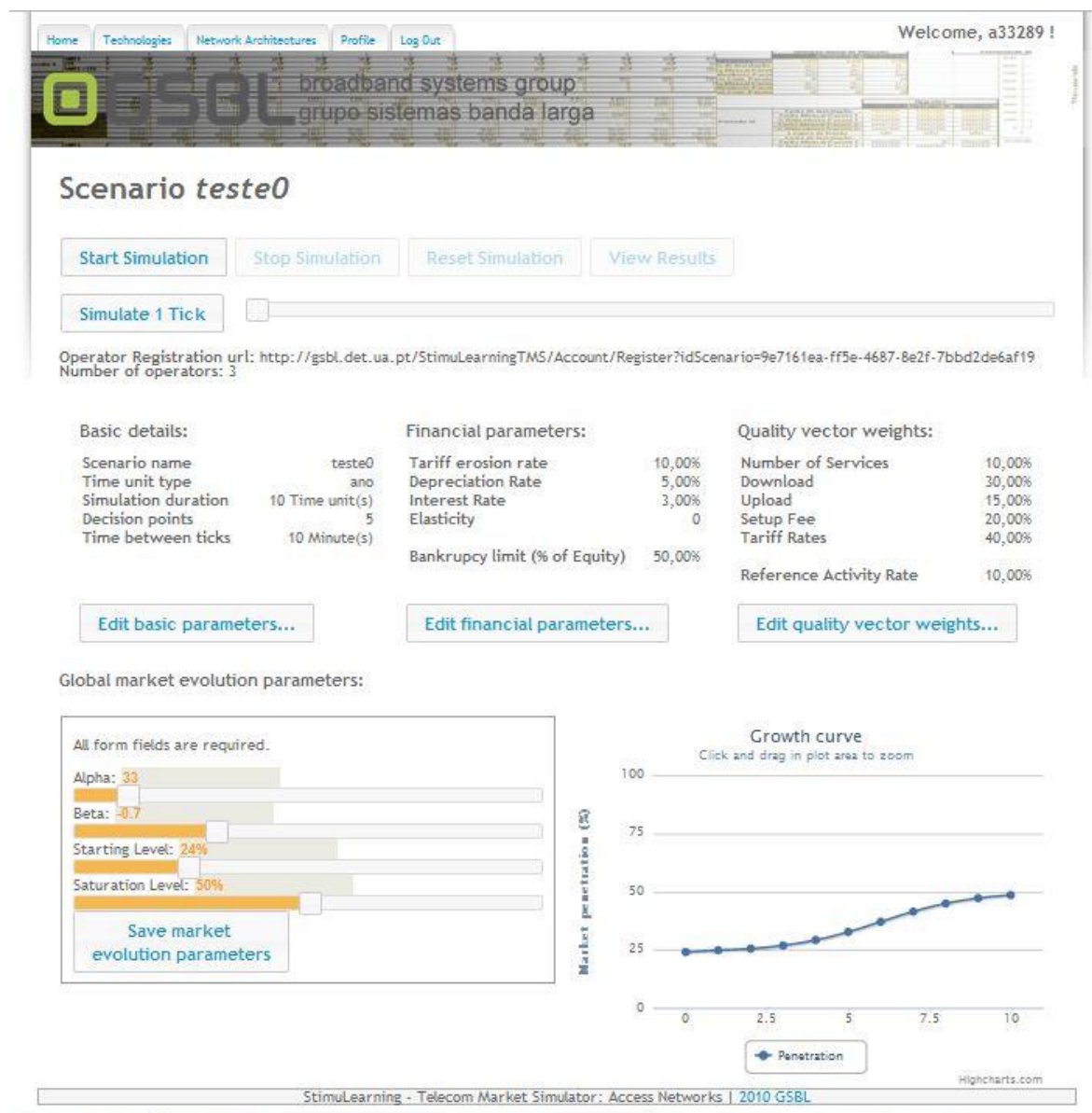


Figura 4-R: Visão geral. Administrador (stimulearning)

Para além destes parâmetros básicos do cenário já configurados, podem ser configurados agora os parâmetros financeiros, os pesos do vector qualidade e os parâmetros relativos à evolução global do mercado.

Ao configurar os parâmetros financeiros o administrador pode escolher a percentagem de erosão da tarifa por cada unidade de tempo, bem como a taxa de depreciação por unidade de tempo, e a taxa de juro. É-lhe ainda permitido definir a elasticidade de mercado e, por último, definir quando é que um operador entra em bancarrota (definido como % de equidade – o activo de cada operador).

As componentes do vector qualidade que podem ser configuradas são:

- O peso a atribuir ao número de serviços oferecidos pelos operadores
- O peso a atribuir à largura de banda de download oferecida pelos operadores
- O peso a atribuir à largura de banda de upload oferecida pelos operadores
- O peso das tarifas de instalação
- O peso das tarifas a cobrar por cada unidade de tempo por parte de cada operador
- O valor médio para a taxa de actividade dos utilizadores no mercado a definir, sendo geradas taxas de actividade para os utilizadores de cada tarifa, de acordo com uma variável aleatória gaussiana ou normal.

A evolução global do mercado é definida pela por uma curva logística que pode ser modelada pelos parâmetros α , β e pelos níveis de início e saturação.

Seguidamente, o administrador pode escolher a tecnologia e definir as respectivas tipologias de rede que irão estar disponíveis para os operadores que irão estar presentes no cenário.

Podem ser escolhidas as seguintes tecnologias: FTTx, UMTS, LTE, WiMAX.

Depois de escolhida a tecnologia podem ser parametrizadas as arquitecturas de rede desta tecnologia. É escolhida uma descrição e larguras de banda de download e upload. Depois disto, ao seleccionar uma determinada arquitectura podem ser definidos pontos de flexibilidade da mesma.

Estes pontos de flexibilidade são, no fundo, equipamentos necessários para que o serviço possa ser oferecido. Ao adicionar novos equipamentos pode ser configurada uma descrição do mesmo, o tipo de equipamento, o seu preço inicial, a idade da tecnologia, a velocidade de implementação, a sua constituição e finalidade, a sua capacidade e, por fim, a sua esperança de vida útil.

Após o cenário estar totalmente configurado, o administrador convida os participantes e quando estes estiverem prontos, a simulação é iniciada.

Existem 2 modos de executar a simulação: simulação ao longo do tempo ou simulação de um conjunto de unidades de tempo seguidas.

Em qualquer dos casos, ao longo da simulação, o administrador tem a possibilidade de parar e visualizar os resultados gerados pelos operadores através de um conjunto de gráficos que mostram o desempenho dos operadores nas suas várias vertentes, ou seja, receitas, custos operacionais e de capital, activos, evolução das quotas de mercado, etc.

4.2.2.2 Participante

Os participantes recebem os convites para a plataforma através de uma link. Ao seguirem o mesmo podem utilizar credenciais que já tenham ou no caso de ser primeira utilização, registarem-se.

O participante tem acesso a uma lista dos cenários em que esteja a participar como operador. Seleccionando um cenário, é possível verificar vários dados referentes à unidade de tempo actual, bem como o histórico ao longo do tempo desses mesmos dados, tal como pode ser ilustrado de seguida.

Operator *op1* status in scenario *teste0*



Figura 4-S: Visão geral. Participante (Stimulearning)

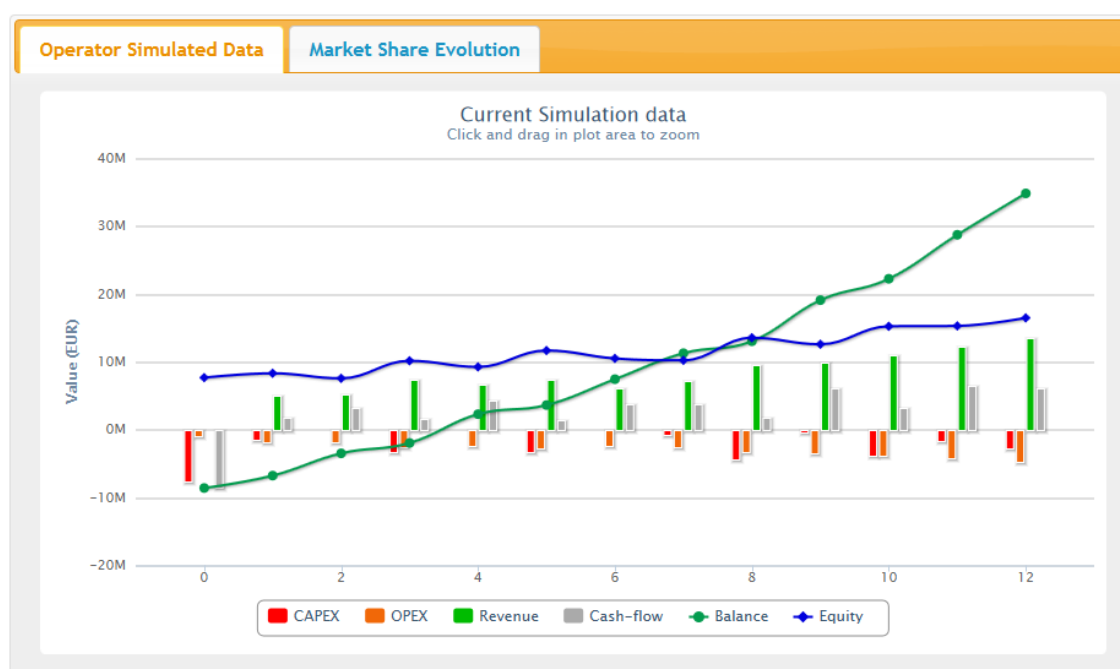


Figura 4-T: Visão geral (gráfico). Participante (stimulearning)

O historial de operações que o operador efectua ao longo do tempo, aparece no fundo da página.

É com apoio a estes resultados seus e dos seus concorrentes (quota de mercado) que o participante pode adequar as suas decisões e apurar estratégias para um maior sucesso.

O participante pode então definir ou alterar aspectos da sua operação, nomeadamente a tipologia de rede a usar e a respectiva oferta de tarifas.

Quando se procede a uma actualização da rede, implementando uma nova tipologia, esta pode ser feita de uma vez só ou então de forma linear, com progressos de 10, 20 ou 50 por cento por unidade de tempo. Esta opção pode ser feita escolhendo um item do menu drop-down no topo da página. Quando se selecciona um item da lista, aparece um esquema da tipologia de rede em questão, tal como pode ser visto de seguida.

FTTx - Available

Network Architectures for FTTx

Description	Bandwidth - DL	Bandwidth - UL	Status
Old Architecture	2 Mbps	512 Kbps	Currently in use

Page 1 of 1 View 1 - 1 of 1

Select Network Architecture

Figura 4-U: Visão arquitectura de rede. Participante. (Stimulearning)

Para definir a oferta de tarifas, o participante pode definir e editar as tarifas que irá oferecer, bem como a taxa de instalação e a valorização dos componentes de cálculo do OPEX (custo periódico por utilizador e % do activo).

4.2.3 Decisões

Assim sendo, cada operador tem à sua disposição os seguintes parâmetros, parâmetros estes que pode gerir conforme mais lhe convenha, afim de conquistar a maior quota de mercado e *chash-balance* possíveis:

- Tarifa de instalação;
- Tarifa mensal;
- Largura de banda;
- Taxa de contenção;
- Número de serviços.

Tarifa de instalação

Tipicamente esta será a tarifa que cada operador cobra aos seus clientes aquando da instalação de um novo serviço. Nesta tarifa poderão estar incluídos equipamentos a instalar em casa do cliente, bem como despesas de deslocação e passagem de cabos para activação do serviço. Quando mais reduzida (idealmente gratuita) for a tarifa de instalação, mas atractivo se tornará o operador em causa.

Tarifa mensal

A tarifa mensal será a tarifa a cobrar pelo total de serviços que o cliente tenha contratado. Idealmente deverá também ela ser o mais reduzida possível, uma vez que é um dos factores que mais pesa quando um potencial cliente olha para o mercado e pretende escolher os serviços de um operador. No entanto, apesar desta tarifa dever ser o mais reduzida possível, há que ter em conta que esta é a principal fonte de rendimento do operador, rendimento esse que lhe permitirá cobrir todas as suas despesas com CAPEX e OPEX, o que significa que se a tarifa for demasiado reduzida pode não chegar para cobrir despesas, podendo em última instância levar o operador à falência.

Largura de banda

A par com a tarifa mensal, a largura de banda é também um dos factores com mais peso na qualidade de um operador, quando visto aos olhos de um potencial cliente. Como tal, deverá ser o mais elevada possível para que desta forma o operador se torne atractivo a potenciais clientes e assim competitivo num mercado cada vez mais exigente. No entanto, para poder aumentar a sua largura de banda, os operadores terão que efectuar alterações na sua infraestrutura, mais

especificamente em todos os itens 2 diminuindo o seu rácio de 1:64 (1 item 2 para cada 64 itens 1) para 1:32 (1 item 2 para cada 32 itens 1), ou seja, o operador terá que instalar um novo item 2, por cada 32 utilizadores (itens 1) que se liguem ao seu serviço, ao invés dos 64 que detinha anteriormente. Esta operação acarreta assim despesas capitais e operacionais bastante consideráveis, pelo que convém que seja bastante ponderada e efectuada numa altura em que o operador disponha de alguma capacidade financeira para tal, sob pena de poder ir à falência caso tal não se verifique.

Taxa de contenção

De uma forma simples, a taxa de contenção define-se como a percentagem mínima de largura de banda para acesso à internet que o operador reserva a um dado cliente, caso todos os utilizadores nas proximidades da ligação deste, estejam também ligados à internet. A taxa de contenção serve assim para poder balancear a largura de banda por cada cliente no servidor. Quando é feita referência a uma taxa de 1 para 20 (caso do ADSL) significa que podem existir mais 19 pessoas ligadas ao mesmo tempo. Desde a residência do cliente até à central telefónica a ligação não é partilhada (uma vez que o cabo é único por cliente), no entanto, na central existe partilha da ligação. Em teoria significa que num caso extremo, se todos os 20 clientes estiverem ligados ao mesmo tempo e a fazer *downloads* intensivamente (ou seja a utilizar ao máximo o *downstream*), a velocidade passa a ficar dividida entre os 20. Ou seja, em situações de pico de utilização, quando os 20 utilizadores estão ligados em simultâneo, a velocidade potencial da ligação é significativamente menor.

Número de serviços

Telefone (fixo ou móvel), IPTV, Internet, vídeo *on demand*... Estes são apenas alguns tipos de serviços que um operador poderá disponibilizar aos seus clientes. Quanto maior forem os serviços disponibilizados, mais atractivo será o operador em causa aos olhos de potenciais clientes. No entanto, e mais uma vez, o operador terá que saber gerir o número de serviços disponibilizados e quanto irá cobrar por estes mesmos serviços, uma vez que a despesa de CAPEX e OPEX aumenta proporcionalmente ao aumento do número de serviços.

4.2.4 Resultados

Nesta ferramenta o índice de sucesso de um operador relativamente ao outro é a quota de mercado. Assim, no final do tempo definido para a simulação, terá mais sucesso o operador com maior quota de mercado. Ainda assim outros resultados podem ser avaliados e tidos em consideração.

4.3 MOB

O MOB (Mobile Operator Business game) foi uma ferramenta educacional desenvolvida pelo departamento de Engenharia Eléctrica e de Comunicações da Universidade de Tecnologia de Helsínquia, na Finlândia. O objectivo deste simulador é apresentar aos participantes o negócio dos operadores móveis e as várias decisões levadas a cabo pelos mesmos. Este simulador foca-se nos serviços e tecnologias móveis.

As equipas de participantes deverão apreçar e promover vários serviços de telecomunicações móveis ao mesmo tempo que investem em marketing, RH, I&D, etc.

4.3.1 O cenário

O país onde as equipas operam é democrático e promove o desenvolvimento da sociedade de informação no país.

O desenvolvimento do mercado é baseado em acções levadas a cabo por empresas privadas que devem seguir a lei existente dos mercados e concorrência das comunicações. Ou seja, por exemplo, acordos e pactos nos preços não são permitidos entre as empresas.

No início, a população do país é de 5 200 000 e espera-se que cresça segundo uma taxa de 0.15 – 0.25 % por ano.

A economia no país está estável e bastante saudável e a inflação encontra-se nos 2%. As taxas de juros estão entre 3 – 5% e, de acordo com os analistas de mercado, a situação vai continuar estável, a longo prazo.

Todos os operadores móveis de serviços são classificados como 'significant market power', ou seja, como tendo um poder de mercado significativo e, como tal, a sua conduta é supervisionada pela autoridade reguladora das comunicações. Esta pretende promover a concorrência e prevenir comportamentos anti-concorrenciais.

A taxa de penetração do sector móvel ao nível dos serviços de voz é de 80.8%, sendo que é esperado que esta taxa cresça e este crescimento seja perto de 7% na próxima temporada. Num futuro próximo, o serviço de voz deverá manter-se como um serviço bastante rentável.

As subscrições por parte dos utilizadores são de aproximadamente 70%.

Apesar de, tradicionalmente, os clientes preferirem serviços pós-pagos (95%), estudos de mercados demonstram que essa tendência irá alterar-se.

Os serviços de dados estão a tornar-se cada vez mais populares. No início é usada a tecnologia GPRS. Espera-se que, dependendo dos operadores, as tecnologias EDGE e UMTS surjam nos próximos anos.

O número de utilizadores de serviços de dados no início do jogo é baixo (perto de 30 000). 65% destes são consumidores privados, sendo que os restantes 35% são empresariais.

O crescimento das taxas de serviços de dados estão dependentes das acções dos operadores, mas de acordo com estimativas, pode chegar aos 300% logo nos primeiros anos. As mesmas suposições podem adequar-se à tecnologia WLAN.

O serviço de SMS tem vindo a ser um serviço importante para os operadores, mas alguns estudos demonstram que o mesmo irá crescer pouco nos próximos anos e que algum do tráfego de SMS será gradualmente substituído por tráfego de MMS.

4.3.2 Estrutura

O jogo é feito com apoio de workbooks excel. Existe o módulo do participante e o módulo do moderador. Estes módulos de participante são distribuídos pelas equipas. A informação que estes contêm pode ser idêntica ou não. Assim, é possível preparar jogos em que o ponto de partida é o mesmo para as várias equipas ou cenários mais realistas nos quais existem líderes e concorrentes com diferentes forças. O módulo do moderador gera novas situações de mercado baseado nas decisões dos participantes. Não é necessária grande interacção do moderador para que isto aconteça, sendo que estas situações de mercado são geradas de forma bastante automatizada. Se necessário, o moderador pode variar algumas parametrizações e pode também manipular as decisões dos participantes, ainda que esta última possibilidade seja aconselhada apenas em casos excepcionais.

A informação é transferida entre os módulos através de ficheiros de texto. Para que sejam tidas em conta decisões anteriores na geração de situações de mercado actualizadas, cabe ao moderador guardar a informação passada.

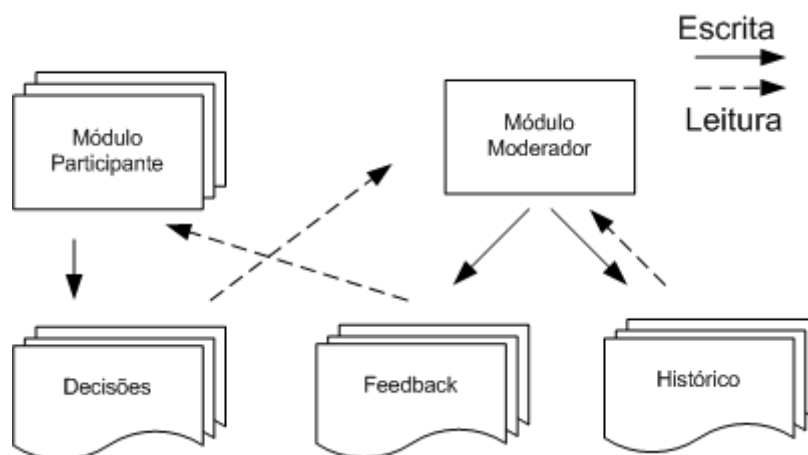


Figura 4-V: Estrutura do MOB e troca de informação entre módulos.

No módulo do participante as decisões estão distribuídas por várias folhas:

- Ofertas para consumo
- Ofertas para empresarial
- Ofertas para fornecedores de conteúdos
- Marketing
- I&D
- Roaming, MVNO e equipamentos
- Manutenção de rede
- Compras
- Gestão de recursos humanos

A par da tomada de decisão, a ferramenta mostra alguma informação que pode auxiliar as decisões bem como uma folha separada com a informação financeira. As decisões de todas as equipas vão influenciar os resultados e, da mesma forma, espera-se que estes resultados influenciem as decisões seguintes. Assim, existem dados anteriores partilhados e de todos os participantes que são apresentados.

Do lado do moderador, o seu módulo recebe todas as decisões dos participantes e a partir destas calcula a nova situação de mercado. Este cálculo é distribuído por áreas coincidentes com as folhas, nos módulos dos participantes, enunciadas atrás. Existem, depois do cálculo, dois resultados básicos: um índice de sucesso de um participante numa determinada área e os custos associados às decisões. As vendas, receitas e quotas de mercado são então finalizadas e

apresentadas e os detalhes financeiros exportados numa folha diferente. Para além disto, todo este cálculo é armazenado no histórico.

Quando esta nova situação de mercado é finalizada, a informação é sumariada e depois de seleccionada é passada aos participantes. Apesar de terem acesso a toda a informação acerca de si mesmos, têm apenas acesso a uma parte da informação seus concorrentes.

4.3.3 Sub-jogos

Existem vários sub-jogos que estão, de certa forma, todos relacionados entre si mas que também ser encarados como entidades separadas. A tomada de decisão é mais a nível estratégico do que efectivo e directamente mapeado nos campos de decisão do jogo em si. A ideia destes sub-jogos é dar aos participantes um espaço de ponderação, preparação e tomada de consciência de algumas problemáticas acerca das quais vão depois ter de tomar decisões. São os sub-jogos:

- Equilíbrio da procura – oferta;
- Radio celular (WCDMA vs EDGE vs GPRS)
- Multi rádio (celular vs WLAN)
- Preços (baseados no uso vs taxa fixa vs fixação em bloco)
- Carregamentos (pré-pago vs pós-pago)
- Mensagens (SMS vs MMS)
- Conteúdos móveis (facultados pelo operador vs 'bit pipe provider')
- Equipamentos e MVNOs

4.3.4 Procura

A procura é definida em 3 níveis. Num primeiro, é considerado o número de população de um país imaginário. Durante o jogo a população cresce de forma linear e pouco acentuada. O segundo nível é o número de subscrições do serviço de voz, que se pressupõe estar a crescer ou estável. Por fim, o terceiro nível é definido pelos ciclos de vida do mercado de outros serviços que são oferecidos para além da voz. Para efeitos do jogo, da mesma forma que o número de subscrições não pode exceder radicalmente o número de população, também o número de subscritores dos serviços adicionais não deverá exceder o número de subscrições.

Os ciclos de vida do mercado são implementados de duas formas distintas. Primeiro o moderador deverá definir as curvas estáticas de ciclo de vida através de um valor inicial para a procura e das taxas de crescimento para cada temporada. Estes parâmetros poderão ser ajustados durante o

jogo, se necessário. Estas curvas servem para modelar serviços que já foram introduzidos e que estão prontos a serem comercializados no início do jogo. Não estão dependentes de obstáculos tecnológicos que os jogadores tenham de ultrapassar antes que o serviço esteja pronto a ser comercializado. Para estes casos, não é aplicada uma curva de procura estática mas sim uma abordagem dinâmica onde as acções dos participantes impactam a procura. Esta curva dinâmica é então calculada separadamente para cada season.

4.3.5 Aspectos tecnológicos e de rede

Na folha relativa à manutenção da rede os participantes podem ver a capacidade (cobertura) da sua rede, o nível de utilização e a condição geral de algumas camadas de rede: acesso, core e equipamento suplementares. Na rede de acesso, têm acesso a estes indicadores separados pelas várias tecnologias presentes (GSM, GPRS, EDGE, etc). A decisão por parte dos jogadores reside no esforço financeiro investido na manutenção dos equipamentos. Quando novas tecnologias e serviços são utilizados, os equipamentos de rede sofrem um período de adaptação antes que o novo serviço esteja operacional que dura uma temporada.

Estes elementos fornecem uma percepção do nível de qualidade que é dado ao cliente. Uma fraca qualidade tem como consequência uma menor vontade de pagar e uma maior vontade de mudar de operador.

É aqui que são dadas as informações necessárias para avaliação das compras. As equipas deverão verificar se a capacidade das redes é o suficiente para servir todos os seus clientes.

Os equipamentos que são necessários para entregar os serviços são então comprados através da folha de compras. Aqui é importante ter em conta a altura em que se faz o investimento. O objectivo é não só cimentar a rede já existente aumentando a capacidade mas introduzir também novos serviços que só são possíveis através da aquisição de novos equipamentos. Esta ferramenta espelha, como já mencionado, o tempo de instalação e de adaptação da rede a novos equipamentos. Espelha também a relutância dos mercados a novos produtos na fase introdutória dos mesmos.

Os serviços EDGE, UMTS e WLAN não estão visíveis e não estão na rede no início do jogo e aparecem ao longo das temporadas quando as equipas estiverem preparadas para que isso aconteça. Para tal, terá de ter havido um investimento em I&D.

Apesar de todas estas funcionalidades estarem implícitas, a única decisão a cargo do jogador é a capacidade de rede através de uma determinada tecnologia.

4.4 Simobiz

Simobiz é apresentado como um “jogo de empresas”. Foi desenvolvido pelo ‘Institut National des Télécommunications’ (INT) de forma a conseguir simular diferentes facetas da gestão de redes móveis. Desde os aspectos técnicos de engenharia à gestão operacional e de estratégia, esta aplicação simula o funcionamento de um mercado onde vários operadores móveis estão a competir. A partir de cenários definidos de acordo com as condições nacionais ou locais e dependendo dos objectivos da simulação, os participantes são levados a tomar decisões pelos vários operadores móveis concorrentes de forma a implementar as redes necessárias para que as ofertas comerciais sejam possíveis e adequadas.

4.4.1 Arquitectura do simobiz

SIMOBIZ é um software modular que permite a simular o desenvolvimento de redes e de mercados nacionais de telecomunicações móveis por períodos de um ano. O caso típico envolve três empresas de telecomunicações móveis (em que cada uma tem, pelo menos, uma rede). Aos participantes é atribuída uma equipa (uma por operador) e esta gere a sua rede e o seu negócio em concorrência com outras duas equipas. Isto significa que a equipa toma todas as decisões técnicas e de gestão de um operador: preços, investimentos, contratações, dívidas, etc.

4.4.1.1 *Os diferentes blocos:*

O software SIMOBIZ consiste em 4 grandes blocos mostrados no diagrama abaixo. Os operadores tomam decisões de marketing (o que querem vender e a que preço). Estas decisões devem ser coerentes com o desenvolvimento da rede (que é outro bloco, onde operadores decidem os seus investimentos) e com o seu pessoal (recursos humanos - contratações, salários). As consequências de todas estas decisões aparecem no bloco relativo às finanças.

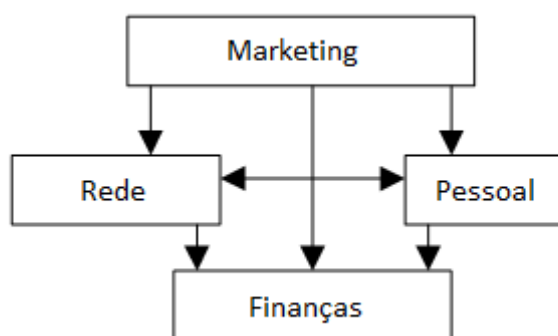


Figura 4-W: Arquitectura SIMOBIZ

4.4.1.2 O cenário

SIMOBIZ integra informações provenientes de três fontes:

- Um "cenário" do jogo que define completamente, e desde o início, o meio ambiente no que respeita à população, topografia, normas de engenharia, regulação, estrutura fiscal, etc;
- Decisões tomadas pelos participantes (operadores) em cada período;
- Histórico de decisões e resultados das fases anteriores do jogo. As decisões dos participantes são, naturalmente, limitadas pelas suas acções anteriores (dívida, tamanho da rede, etc).

Por isso, foi necessário criar um conjunto vasto de cenários, como o caso nacional. Os valores dos parâmetros do cenário ou são congelados no início (como a área do país) ou escalável e mutável, se necessário, como a população ou preço unitário dos equipamentos de rede ou ainda os preços de interligação. O cenário permite descrever situações e comportamentos variados através da vasta escolha de opções.

De 2001 a 2005 vários cenários foram desenvolvidos:

- "Eurolândia" para a Europa Ocidental;
- "Visegrad" para os países da Europa Central;
- "Sahel" para o Sahel;
- "Magrebe-Maxereque" para os países árabes.

Cada cenário pode descrever:

- 2 áreas geográficas distintas (demografia, economia, topografia);
- 4 segmentos de clientes de cada área;

- 2 tecnologias de redes móveis (como o GSM).

É possível (algo que acontece no cenário dedicado à países árabes) começar com um único operador e introduzir progressivamente a concorrência. De igual forma, é possível simular situações em que começamos com vários operadores (como na Europa), com coberturas de território, eventualmente parciais.

4.4.1.3 O bloco 'Marketing'

O bloco calcula as quotas de mercado e o número de clientes dos operadores a partir dos três conjuntos de dados acima apresentados:

- As características da população (demografia, distribuição geográfica, etc.), provenientes do cenário;
- Ofertas dos operadores (telemóveis, preço, publicidade, etc.)
- Histórico do desempenho da empresa.

As propostas são construídas a partir de catálogos anuais e reais dos serviços móveis. Por exemplo, o catálogo anual de telemóveis 2005 usado no jogo tem 10 telemóveis reais com as suas principais características. No cenário "Eurolândia", os catálogos permitem a transição de GSM para GPRS e, de seguida, para EDGE e UMTS. Este bloco inclui os fenómenos de disseminação de tecnologia ao longo do tempo, através de curvas logísticas. As cotas de mercado são calculadas através de uma função de satisfação dos consumidores, que integra factores como o preço, a qualidade do serviço, a imagem de marca, etc. Este mecanismo foi baseado num modelo logístico multinomial. Esta abordagem tem a vantagem ser realista e absolutamente estável, duas condições essenciais num jogo de empresas.

4.4.1.4 O bloco 'Rede'

O bloco de rede simula o funcionamento das redes GSM / GPRS / EDGE, por um lado, e UMTS, por outro, com base no cenário nacional predefinido e regras de engenharia simples:

- Dimensionamento de redes baseadas em previsões de tráfego dos operadores: cálculo do tráfego num ponto graças a um modelo simplificado de tráfego, determinação dos elementos de rede necessários para transportar o tráfego (estações de rede, MSC, etc);
- Determinação da rede após o investimento e disponibilidade limitada de frequências de rádio necessárias;
- Qualidade de serviço (cobertura, congestionamento na rede, manutenção, etc.);

- Aspectos regulatórios: licenças, frequências, interconexões (in-net e off-net);
- MVNO (operadores de rede móvel virtual, utilizando a rede de um outro operador).

Dentro de cada área geográfica, podem ser definidos e simulados três ambientes diferentes (por exemplo, na Europa: os centros das cidades, as zonas suburbanas e as áreas rurais).

4.4.1.5 O bloco 'Pessoal'

O bloco simula a gestão de pessoal, que é distribuído em seis categorias (três níveis hierárquicos para dois tipos competências: técnica, comercial). A operadores gerem principalmente o fluxo de pessoas (contratações, demissões, promoções, transferências de uma divisão para outra) e os salários. O modelo calcula um "Índice de qualidade do trabalho" e um índice "de satisfação dos empregados". Má gestão dos recursos humanos tem um impacto negativo sobre o gestão da rede e consequentemente na qualidade do serviço.

4.4.1.6 O bloco 'Finanças'

O bloco gera as contas dos blocos anteriores: vendas, pessoal, interligação, etc. e permite uma gestão financeira de base (dinheiro, dívida, dividendos). À saída, são obtidos documentos convencionais de gestão (balanço, demonstração de resultados) e uma contabilidade analítica detalhada (custos de rede, custos comercial).

4.4.2 Práticas de Ensino

4.4.2.1 Objectivos e meios

Os principais elementos de sucesso para um jogo de empresas, são:

- Objectivos educacionais claros;
- Um jogo suficientemente realista e dinâmico que os participantes "vão levar o jogo" e ao mesmo tempo "jogável", ou seja, não muito complexo;
- Uma relação constante entre o decorrer do jogo e a realidade tecnológica, industrial e económica do sector simulado;
- Um dispositivo de ensino que exige que os participantes dêem um passo atrás e sintetizem as suas conquistas.

4.4.2.2 Tipo de Sessão

O jogo simobiz é jogado em períodos que representam um ano. É exigido aos participantes meio dia de trabalho para tomar as decisões correspondentes a um ano e receber os resultados. Assim sendo, 3 dias de jogo intensivo podem simular 5 a 6 anos de mercado. O cenário "Eurolândia" foi calibrado para acelerar o tempo: 6 anos, podem descrever toda a evolução de uma rede e um mercado, desde o início de funcionamento até ao seu auge.

Uma sessão tipo é de 3 a 5 dias. Pode ser composto de sessões intensivas ou distribuídas ao longo do tempo (não devendo ser muito espaçadas umas das outras). O simobiz pode ser também integrado nas aulas, sendo este intercalado com as sessões teóricas. Para uma população com estudantes avançados, o formato pedagógico pode ser esquematizado na seguinte tabela:

Tabela 4-S: Condução do treino.

Meio Dia	Conteúdo
1	Descoberta da Ferramenta: Jogo de um ano 0 (treino)
2	Período 1: construção das ofertas (marketing)
3	Período 2: problemas da rede
4	Período 3: problemas financeiros
5	Período 4: problemas de gestão
6	Período 5: MVNO
7	Conclusões

A primeira sessão permite a tomada de contacto e a formação das equipas/empresas. São necessários 2-6 participantes por equipa. Com os 3 operadores (número óptimo), o jogo simobiz pode acomodar 6-18 participantes. Para mais de 18 participantes é aconselhada a criação de um jogo paralelo. A existência de jogos paralelos permite uma maior diversidade de experiências para os participantes, sendo que será interessante, no final comparar os jogos entre si.

A transição de uma tecnologia para outra (GSM para GPRS, EDGE, UMTS) pode ser feita quando que for desejado. O plano acima implementado pode ser interrompido para uma sessão dedicada à criação de um plano de negócios dedicado à implantação do UMTS, por exemplo. Uma adição interessante é incluir também neste caso uma sessão em um leilão das licenças de UMTS (deverão ser disponibilizadas menos licenças UMTS do que o número de operadores GSM).

Uma característica bastante prática do simobiz é a possibilidade de os participantes trabalharem apenas num dos blocos do modelo. As decisões correspondentes aos outros blocos vão sendo tomadas de forma otimizada pelo modelo, excepto para o bloco 'Marketing'.

Este procedimento facilita a aprendizagem do sistema pelos participantes. Assim, de acordo com o diagrama acima, podemos começar pelo bloco Marketing e adicionar um bloco adicional por sessão: depois de 4 sessões, os participantes são totalmente responsáveis por todas as decisões.

4.5 Cesim

A Cesim é uma empresa finlandesa que trabalha para empresas e instituições de ensino (na sua maioria de ensino universitário) segundo uma lógica de “aprender fazendo”. Propõe um conjunto de simuladores de negócio nos quais os participantes são convidados a entrar num ambiente virtual onde poderão tomar decisões e definir estratégias para que os seus negócios prosperem.

Para a área das telecomunicações, a Cesim apresenta o SimCom e o LisaCom. Estes simuladores criam um cenário de concorrência entre vários operadores de telecomunicações na busca do crescimento do seu valor.

Os pontos fortes destes simuladores apresentados pela Cesim são:

- Melhor compreensão dos factores que são valorizados pelo cliente e do comportamento dos mesmos, levando a relações mais proveitosas.
- Melhor compreensão das implicações comerciais das evoluções tecnológicas, no mercado de telecomunicações.
- Melhoria das competências de gestão financeira. Utilização mais eficaz de recursos e melhores decisões de investimento.
- Melhor compreensão de uma gestão baseada no valor, ou seja, com o objectivo de aumentar o valor de todas as partes interessadas, aumentando assim a rentabilidade a longo prazo da empresa e do retorno dos accionistas.
- Melhoria das capacidades de comunicação e trabalho em equipa.

Assim, pretende-se que os utilizadores cometam erros, aprendam com eles e se divirtam com isso. Tudo isto conhecendo as causas e efeitos num ambiente sem riscos. São, portanto, ferramentas que não tem como objectivo a previsão de acontecimentos, mas sim espelhar determinados eventos dotando o jogador de competências que o tornarão mais capaz numa futura tomada de decisão real.

4.5.1 SIMCOM

4.5.1.1 *Ponto de partida*

Os participantes são divididos em equipas e a cada equipa é entregue a gestão de uma empresa de telecomunicações. Através do manual de apoio à decisão, os participantes têm acesso ao historial da empresa e outras informações relevantes acerca da mesma.

Na versão testada, a empresa oferecia um “serviço completo” de telecomunicações fixas a empresas e particulares. Os serviços oferecidos aos clientes particulares eram telefone, Internet

de banda larga e IPTV. Os serviços oferecidos aos clientes empresariais eram essencialmente os mesmos, mas comercializados como um pacote que engloba todos estes serviços (também conhecido como serviço Triple-Play).

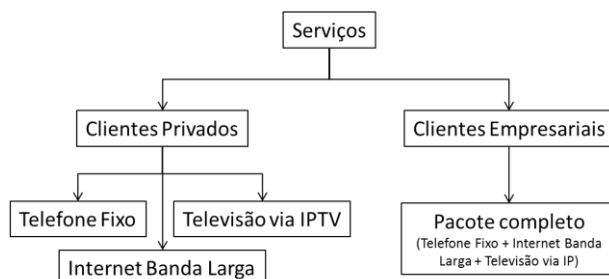


Figura 4-X: Esquematização dos serviços no SIMCOM.

Os clientes particulares são segmentados pelo simulador em dois grupos “” e “Cross-Country”. Os primeiros consideram o serviço de telefone na linha fixa uma necessidade, apresentando uma maior aversão à mudança e introdução de novos serviços. Os segundos, apesar de não verem grande necessidade no telefone fixo, estão muito interessados nos novos serviços que este suporte permite. Os hábitos de consumo, prioridades e abordagem de ambos os segmentos são bastante diferentes. Os clientes empresariais são segmentados em Pequenas e Médias Empresas (PMEs) e Grandes Empresas. Também estes clientes são muito diferentes entre si. Enquanto as PMEs pretendem soluções relativamente simples, centradas no suporte técnico e no preço, as Grandes empresas dão importância à reputação e quota de mercado do fornecedor de serviços de telecomunicações. Estes segmentos deverão ser tidos em conta pelos participantes e deverão as suas estratégias ir ao encontro destes diferentes tipos de cliente.

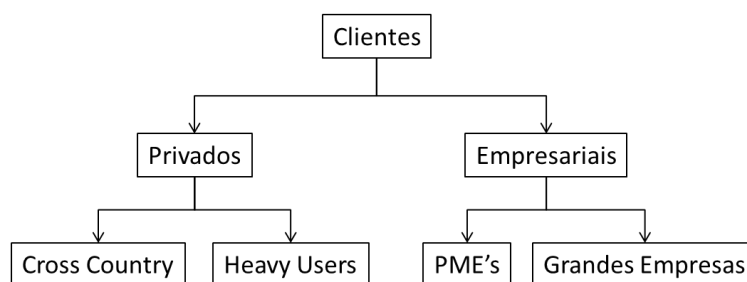


Figura 4-Y: Esquematização dos clientes no SIMCOM.

Outro factor explorado pelo simulador é o pessoal que constitui a empresa. Uma empresa deste género terá, como é óbvio, uma grande quantidade de empregados. Este simulador dividiu-os em

dois grupos (pessoal do apoio ao cliente e técnicos). O pessoal do apoio ao cliente privado que trata do contacto, facturação, serviços de suporte técnico, etc. Os técnicos ajudam os clientes empresariais a resolver os seus problemas. Os empregados estão constantemente a avaliar a atractividade do empregador.

Ao nível da rede, supõe-se que os participantes deverão sustentar ou até aumentar a base e clientes. Para isso, são necessárias operações na rede. É tido em consideração que a partir do momento em que uma decisão de alteração da rede é tomada, esta demora um ano a estar disponível. É valorizada uma visão de investimento estratégico coerente com a estratégia de negócio e a visão de gestão. A qualidade da rede e a sua capacidade são medidas através do indicador taxa de falhas. Os clientes empresariais são os mais sensíveis ao decréscimo da taxa de falhas. Das redes que providenciam os serviços aos clientes sabe-se apenas que a empresa detém uma rede Ethernet e uma rede DSLAM. Não são dados mais pormenores acerca das mesmas.

As finanças da empresa não estão totalmente ao cargo dos participantes. Há, no entanto, empréstimos que foram contraídos e que precisam de ser pagos.

No início de cada ronda os participantes têm acesso a uma visão global do mercado que deverá servir como auxílio à tomada de decisões por parte dos participantes (Market Outlooks).



Figura 4-Z: SimCom. Condições iniciais do mercado (primeiro Market Outlook).

São jogadas 5 rondas, que simulam 5 anos na vida da empresa.

É, ainda dada aos participantes a oportunidade de jogarem uma ronda 0 de testes para ambientação ao simulador.

4.5.1.2 Decisões

Cada equipa de participantes tem de tomar decisões que influenciam, a curto ou longo prazo, o posicionamento da empresa no mercado e relativamente aos outros participantes em jogo.

As decisões a ser tomadas por cada equipa são divididas em várias secções e sub-secções.

Relativamente aos clientes privados, participantes têm de decidir preços para tarifários pré-existentes dos vários serviços oferecidos, preços de instalação, assinaturas mensais ou aluguer de equipamentos e gastos anuais em Marketing.

Nos clientes empresariais as decisões estão divididas entre novos clientes e clientes já existentes. As decisões, neste caso são o custo total por mês, a taxa adicional para serviço de apoio ao cliente premium, número de serviços adicionais, termos de pagamento e orçamento para marketing e vendas.

Na secção de apoio ao cliente, é possível decidir acerca de recrutamento ou demissões, investimento em formação e desenvolvimento, salários e priorização de tipos de clientes.

Relativamente às redes, deve decidir-se o montante reservado ao investimento em Infraestrutura Metro Ethernet e em Infraestrutura DSLAM. Ambos os investimentos são feitos em termos de capacidade da rede em GB. O investimento na rede de acesso é feito automaticamente. O sistema calcula o custo de adicionar capacidade à rede. Os investimentos associados à rede têm um atraso de um ano até poderem ser usados. Nada mais é mencionado ou referido relativamente à arquitectura ou estrutura da rede.

Na secção de finanças pode alterar-se a dívida a longo prazo.



Figura 4-AA: SimCom. Exemplo de ecrã de tomada de decisões – perspectiva do participante.

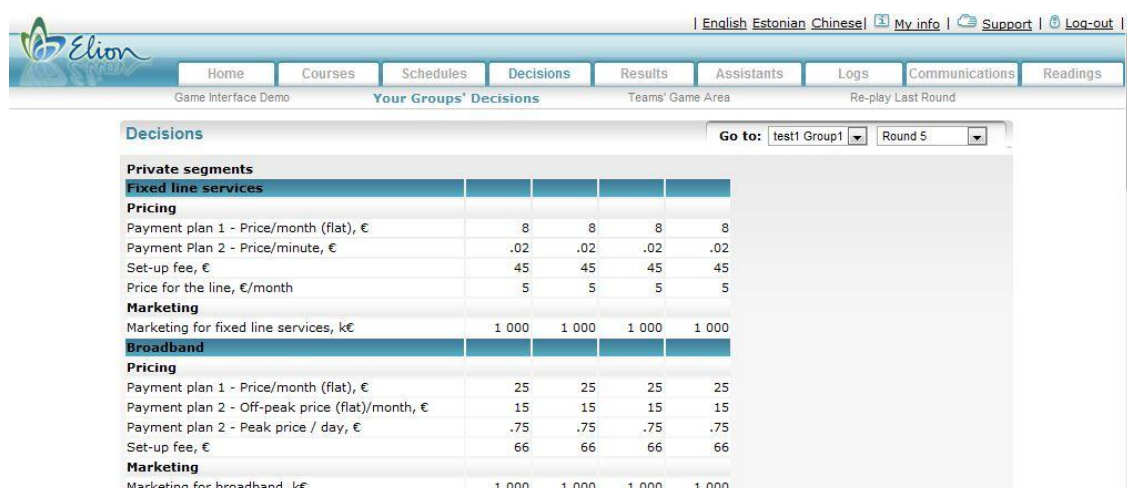


Figura 4-BB: SimCom screenshot. Decisões de uma equipa – Perspectiva do administrador

4.5.1.3 Estimativas

Para além das decisões que os participantes têm de tomar, estão disponíveis estimativas que permitem ao utilizador tomar consciência das consequências das duas decisões, auxiliando na tomada das mesmas.

Nos clientes privados, as estimativas mais importantes estão relacionadas com o número de clientes que utilizam o serviço, distribuição entre planos de pagamento, percentagens de cancelamento de serviço por parte do cliente ou mesmo dos clientes que o operador espera adquirir que provenham dos seus concorrentes. Existem, também estimativas relativas a aspectos

da utilização da rede, tais como chamadas por cliente por um período de tempo ou minutos por chamada.

Nos clientes empresariais, as estimativas também estão relacionadas com a base de clientes. São exemplos de estimativas nesta secção a alocação de clientes por entre os pacotes de serviços, o número de novos clientes ou percentagens de cancelamento.

Em relação ao serviço ao cliente, a estimativa oferecida prende-se com a rotatividade dos funcionários da empresa, ou seja, o número de empregados que entram/saem da empresa.

Na planificação das decisões acerca das redes, são também propostas estimativas. São elas, a taxa de falha na rede Metro Ethernet, a taxa de falha na rede DSLAM e o aumento da procura dos serviços de telefone, TV e de banda larga.

Não existem estimativas a fazer na secção das finanças da empresa.

Para além de todas estas estimativas a serem feitas pelo participante, são muitos os parâmetros que se vão alterando à medida que este toma decisões e faz estimativas. Todos estes parâmetros ajudam o participante a ajustar as mesmas.

4.5.1.4 Mercado

O mercado é condicionado por factores que não são do controlo dos participantes, mas também pelas suas decisões.

A procura total do mercado está dependente das taxas de crescimento do próprio mercado (definidas pelo simulador), pelo nível do preço médio dos vários serviços no mercado e pelo nível médio do investimento em marketing dos vários operadores.

A quota de mercado de cada empresa está dependente do nível de preços relativo dos seus serviços, do nível de investimento relativo em marketing (nos clientes privados), do nível de venda pessoal relativo (nos clientes empresariais), do termo de pagamento (nos clientes empresariais), na qualidade relativa da rede e da qualidade do apoio ao cliente. Desta forma, as decisões de um operador afectam todos os outros operadores e os seus desempenhos no mercado.

4.5.1.5 Resultados

Os resultados que este simulador apresenta são bastante extensos e completos, dando, no final de cada ronda, uma perspectiva de sucesso ou fracasso das decisões levadas a cabo pelos participantes. No final de cada ronda, os participantes têm acesso não só aos seus resultados,

mas também aos dos seus concorrentes, podendo rectificar as suas estratégias para as próximas rondas.

Fazem parte dos resultados uma declaração de receitas, uma folha de balanços, o cash flow e os indicadores financeiros.

Na declaração de receitas, podemos encontrar, por exemplo as receitas, os gastos, a depreciação ou os impostos. Na folha de balanço temos a situação dos activos e passivos da empresa. Os indicadores financeiros são, por exemplo: a margem bruta, o lucro operacional, retorno sobre as vendas, retorno sobre capital utilizado, custo médio ponderado de capital, o rácio de endividamento, custo da dívida de curto prazo, o preço das acções da empresa ou o retorno ao accionista.

Encontramos ainda um cálculo de todos os valores relativos às decisões dos participantes bem como os resultados de utilização dos serviços.

4.5.1.6 Meta

O jogo fornece vários indicadores que permitem comparar o sucesso das equipas. O mais utilizado é o preço das suas acções e o retorno total cumulativo dos accionistas. Ou seja, o valor criado pela empresa entregue aos accionistas durante o período de jogo. No entanto, existem outras medidas que também podem auferir o desempenho das várias equipas como, por exemplo, os lucros cumulativos.

A primeira hipótese é aconselhada, já que segundo os vendedores deste simulador, esta medida tem em consideração não só a situação económica e financeira actual da empresa, mas também o seu histórico de desempenho e o potencial de crescimento no futuro. O preço das acções é baseado na rentabilidade e na qualidade da base de clientes da equipa.

4.5.2 LISACOM

O LisaCom apresenta-se como uma evolução do SimCom. Assim sendo, os seus objectivos são os mesmos do SimCom, aumentando a complexidade do cenário e os serviços oferecidos aos clientes, como pode ser visto de seguida.

4.5.2.1 Ponto de partida

Mais uma vez, os participantes são divididos em equipas e a cada equipa é entregue a gestão de uma empresa de telecomunicações. Através do manual de apoio à decisão, os participantes têm acesso ao historial da empresa e outras informações relevantes acerca da mesma.

Na versão testada, a empresa imaginária oferece um “serviço completo” de telecomunicações a empresas e particulares finlandeses.

Os clientes estão segmentados em Consumidores, Clientes Empresariais e Grandes Clientes. Nos consumidores estão incluídos os clientes privados e, ao contrário do que acontecia no SimCom, os clientes empresariais pertencentes a PMEs. No outro lado, os clientes empresariais incluem empresas com mais de 100 colaboradores. Os serviços oferecidos aos consumidores incluem subscrições móveis, internet de banda larga e TV por cabo. Aos Clientes Empresariais são facultadas soluções de comunicação. Os Grandes Clientes são clientes cujo volume justifica uma abordagem individualizada e de gestão superior. As oportunidades, necessidades e consequentes propostas vão variando.

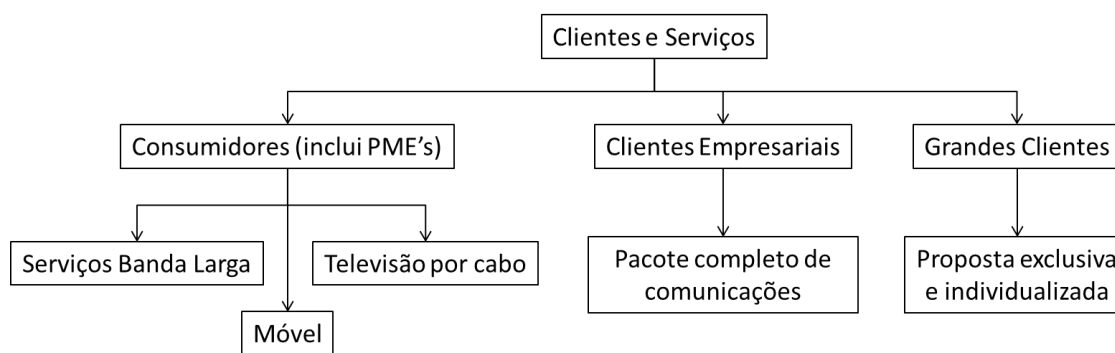


Figura 4-CC: Clientes e Serviços no LisaCom.

Um dos pontos que mais sofreu alterações neste simulador, relativamente ao SimCom, foi a venda e promoção. Os chamados canais de distribuição, que incluem a cadeia de lojas LisaCom, os telemarketers, representantes e pessoal do centro de contacto, suportam o serviço ao cliente e as vendas, nesta empresa fictícia.

Relativamente às redes que providenciam os serviços, sabe-se, que a empresa detém 4 redes que são tratadas de forma distinta. A rede móvel, que possibilita chamadas e serviços básicos. A empresa detém uma cobertura de 100% do território. As restantes redes: rede de banda larga móvel, rede do consumidor e rede empresarial, ainda não chegam a 100% do território nem a todos os potenciais clientes. Destas redes é dito, apenas que a rede de banda larga móvel possibilita uma transmissão de dados de alto débito e que a rede do consumidor é do tipo ADSL. Mais uma vez, as alterações nas redes só terão efeito, uma ronda após a decisão ter sido tomada.

Foi introduzido neste simulador o conceito de eventos aos quais o jogador poderá, ou não, reagir.

São jogadas 1 a 12 rondas, que simulam 1 a 12 anos na vida da empresa. No início, para familiarização dos participantes com a plataforma e o simulador podem ser jogadas até 3 rondas de teste.

4.5.2.2 Decisões

Mais uma vez, as decisões a ser tomadas por cada equipa são divididas em várias secções e sub-secções. São estas decisões que influenciam o posicionamento da empresa no mercado e relativamente aos outros participantes.

Nos consumidores, as decisões a serem tomadas são relativas a preços de tarifários (voz, SMS, internet móvel, no serviço móvel; baixa velocidade ou alta velocidade, na internet banda larga; PayTV e canais HD, na televisão por cabo), preços dos equipamentos ou preço de instalação e marketing. Ainda nesta secção podem ser tomadas decisões relativas aos canais de distribuição, como por exemplo, o número de lojas, marketing de suporte para os representantes comerciais, comissões, etc.

Na secção dos clientes empresariais as decisões são, por exemplo, o retorno dos custos com os novos clientes, capacidade de reengenharia e adaptação, aumento de salário dos consultores, investimento em desenvolvimento e manutenção.

Nos grandes clientes, o jogador tem a oportunidade de licitar um preço total por ano.

Nas redes o único valor a decidir é a cobertura das redes nas várias áreas geográficas.

Nos eventos é dada a descrição do evento e o jogador tem de escolher uma solução ou forma de actuação relativamente ao mesmo.

Nas finanças é necessário decidir sobre as acções da empresa os dividendos e preço de recompra e a emissão das mesmas. Ainda nesta secção podem alterar-se os empréstimos a longo prazo.



Figura 4-DD: Exemplo de ecrã de tomada de decisões – perspectiva do participante.

The screenshot shows the 'cesim Instructor' web interface. The main content area displays a 'Group decisions' table for 'Round 3' and 'Group 1'. The table has columns for 'Saved on', 'Green', and 'Red'. The data is organized into sections: Voice, Prepaid, Sms, Mobile broadband, and Marketing.

	2011-02-28 19:10	2011-02-28 19:07
	Green	Red
Voice		
Calling		
100 min, €/month	12	4.9
1000 min, €/month	25	30
Prepaid		
€/min	.07	.05
Commission per customer, €	10	9
Sms		
100 pieces, €/month	0	1.49
1000 pieces, €/month	0	9.99
Mobile broadband		
384kbit/s, €/month	10	4.9
2Mbit/s, €/month	25	19.9
Data terminal equipment package		
Data terminal equipment margin, %	12.5	12.5
Device purchases, m€	2	2
Marketing		
Marketing, m€	50	70

Figura 4-EE: Decisões de uma equipa – Perspectiva do administrador

4.5.2.3 Estimativas

Também neste simulador, para além das decisões que os participantes têm de tomar, estão disponíveis estimativas que permitem ao utilizador tomar consciência das consequências das duas decisões, auxiliando na tomada das mesmas.

Para além de todas estas estimativas a serem feitas pelo participante, são muitos os parâmetros que se vão alterando à medida que este toma decisões e faz estimativas. Todos estes parâmetros ajudam o participante a ajustar as mesmas. Neste simulador, enquanto tenta introduzir valores, o jogador tem ao seu dispor uma barra no fundo da página que dá acesso a uma previsão dos resultados financeiros da empresa com as decisões e estimativas escolhidas.

4.5.2.4 Mercado

O mercado funciona da mesma forma que no SimCom, ou seja, existem factores que não são do controlo dos participantes e outros que são ajustados de acordo com a ponderação das decisões de todos os participantes.

4.5.2.5 Resultados

Os resultados com os quais o utilizador se depara no LisaCom são bastante semelhantes aos encontrados no SimCom.

4.5.2.6 Meta

Mais uma vez, o preço das acções das empresas é a hipótese aconselhada como parâmetro de vitória, tendo em consideração não só a situação económica e financeira actual da empresa, mas também o seu histórico de desempenho e o potencial de crescimento no futuro. Outros resultados que também podem ser considerados como parâmetros de sucesso são apresentados nos resultados simplificados (algo que não existia no SimCom), como está ilustrado na figura abaixo.

Round Round 3 Group Group 1							
TEAM NAME	STUDENT	SHARE PRICE, €	CUMULATIVE TOTAL SHAREHOLDER RETURN P.A. %	PROFIT FOR THE PERIOD, M€	ROI, %	LOGGED TOTAL TEAM TIME	QUIZ SCORE
Green	p1 gsbl	13.2	-10.58	32	3.68	2 h 3 m	-
Red	p2 gsbl	9.9	-17.68	8	2.19	0 h 26 m	-
Download to Excel							

Figura 4-FF: Resultados simplificados

4.5.2.7 Personalização de um Caso

Uma funcionalidade que não estava disponível no SimCom e que pode ser encontrada neste simulador é a possibilidade do instrutor criar o seu próprio caso, personalizando os mais diversos parâmetros do jogo.

Ainda assim, apesar de bastante útil, especialmente para fins pedagógicos, esta ferramenta acaba por revelar muito rapidamente as suas limitações.

É possível alterar os valores iniciais que aparecem aos participantes e a situação inicial do jogo. É, também, possível alterar os market outlooks e o crescimento da procura e do mercado numa ou noutra ronda. Mas, no que toca ao dimensionamento da rede e perspetivação de tecnologias diferentes na rede que fornece o serviço, esta funcionalidade nada acrescenta. Voltamos a deparar-nos com as redes a serem tratadas como meros investimentos tipo “caixa-negra” onde não importa muito o porquê do valor que é apresentado como custo de expansão da rede.

Todavia, é de louvar a imensidão de parâmetros que pode ser alterável e que pode ser adaptada. Esta funcionalidade torna esta ferramenta muito mais poderosa que o SimCom, especialmente quando falamos de uma utilização pedagógica em que o instrutor queira passar uma mensagem ou ensinamento, sendo muito mais fácil provocar uma determinada situação.

5. Considerações Finais

Apresenta-se, aqui, a análise das ferramentas apresentadas no capítulo 4, as conclusões do trabalho efectuado bem como algumas sugestões para trabalho futuro.

5.1 Análise e Conclusões

Este trabalho, na sua enorme abrangência, permitiu ganhar um conhecimento alargado das problemáticas e características das redes de acesso actuais. De igual forma, permitiu contextualizar muitos dos conceitos técnicos e de engenharia abordados no âmbito do curso.

Ficou a consciência de que não é possível realizar um bom trabalho de engenharia sem ter presente que em última instância o serviço e a tecnologia tem de servir cidadãos e, mais do que isso, no caso das empresas tem de servir clientes. Esta dicotomia tem de perseguir quem toma decisões e planeia uma rede de telecomunicações.

O momento em que nos situamos é um momento de clivagem e que exige a todos os actores relacionados com estas problemáticas, de forma directa ou indirecta, um conhecimento aprofundado do que se está a passar.

Outra conclusão que pode ser retirada da análise efectuada é que se impõe uma reformulação das redes de acesso. Em muitos casos esta já está em curso mas, ainda falta muito até que estas redes chamadas de nova geração possam chegar a todos os cidadãos.

Estes casos, que não são de investimento óbvio para as empresas da área, são os que mais necessitam de ser estudados e simulados e é nesses, também, que a tomada de decisão tem um papel de maior importância.

Em nenhuma das ferramentas analisadas foi possível espelhar investimentos colectivos, redes abertas ou parcerias de qualquer tipo. Este ponto acaba por ser essencial quando se quer que as redes de futuro cheguem ao maior número de pessoas. Pode auferir-se do estudo efectuado no segundo capítulo que é nestes moldes que provavelmente serão efectuados os investimentos em zonas menos interessantes ao nível do retorno (pelo menos, à primeira vista). Ainda assim, de uma forma geral, podemos dizer que todas as ferramentas analisadas acrescentam bastante a um hipotético tomador de decisões. As suas capacidades pedagógicas são inquestionáveis.

Ficou a compreensão de que o mercado de telecomunicações é bastante complexo e estas ferramentas, por si só, não conseguem criar uma passagem de conhecimento completa nem tão pouco simular o mundo real. São, no entanto, um excelente complemento e uma forma menos formal e bastante divertida de testar hipóteses e conhecimento adquirido previamente ou a par da utilização das mesmas.

Ficam, de seguida, as principais conclusões obtidas de cada ferramenta analisada.

5.1.1 Análise tecno-económica

Estas ferramentas são bastante poderosas e de uma versatilidade bastante alargada. São muitos os cenários, as tecnologias e as problemáticas que podem ser simulados.

As questões tecnológicas e de engenharia são bastante exploradas e está do lado dos utilizadores a alteração de quase todos os parâmetros.

Acabam por se tornar bastante complexas e de difícil compreensão à primeira vista. No entanto, mal os utilizadores comecem a ambientar-se com as ferramentas e percebem a lógica das diversas folhas de cálculo, torna-se acessível fazer alterações e perceber as consequências dessas mesmas alterações.

Estas ferramentas aproximam-se de ferramentas de dimensionamento e análise de viabilidade de investimentos. No que toca a casos de negócio são perfeitas para perspectivar, por exemplo, o número de clientes e qual o tarifário escolhido para cobrir um determinado investimento.

A ferramenta que simula a concorrência acrescenta muito à original mas, uma vez que os dados são introduzidos na mesma folha para os vários operadores, pode não ser o método ideal no que toca a simulações de um mercado.

As suas possibilidades pedagógicas são bastante acrescidas. No entanto, exigem um longo período de ambientação com a ferramenta e é difícil simular a concorrência. A transferência de informação de várias equipas teria de ser feita manualmente por um instrutor / mediador.

5.1.2 Stimulearning

A ferramenta web Stimulearning permite criar um conjunto bastante diverso de cenários, com diferentes tecnologias e operadores.

É notória a forma como foi construída e pensada no seguimento das muitas análises tecno-económicas feitas no local de onde é proveniente.

É de louvar o interface facilitado que dá aos participantes total controlo das decisões que a si lhe competem e que alivia o administrador de aglomerar as várias decisões. O interface gráfico dos resultados é muito agradável e consegue mostrar aos participantes de uma forma muito aproximada, uma análise de viabilidade económica com os respectivos indicadores económicos mais adequados à parte tecnológica, as consequências dos seus investimentos e os valores cobrados por um determinado serviço.

A escolha por parte do participante da arquitectura de rede a utilizar é uma das suas características mais diferenciadoras dando ao instrutor a possibilidade de abordar questões mais tecnológicas a par dos conhecimentos mais gerais do negócio de telecomunicações.

Apesar do imenso potencial da ferramenta, nota-se ainda a necessidade de melhoramento e maturação da mesma.

5.1.3 MOB

O MOB é uma ferramenta exclusivamente dedicada ao sector móvel. Infelizmente não foi possível experimentar a mesma. No entanto, pela análise das suas capacidades aparenta ser uma ferramenta educacional bastante poderosa que motiva a reflexão dos assuntos abordados.

No que toca às redes e aos aspectos tecnológicos por detrás destas problemáticas é, no entanto, bastante limitada. A única decisão que está do lado dos participantes é a capacidade da rede e o investimento em manutenção. Um aspecto que é de louvar é o aparecimento de novas tecnologias apenas quando existe um determinado investimento em I&D por parte da equipa em temporadas anteriores.

Nos restantes pontos de gestão de um operador de telecomunicações, esta ferramenta é bastante detalhada e preenche os requisitos para os quais foi implementada, ou seja, dar a conhecer o negócio de um operador de telecomunicações móveis.

5.1.4 Simobiz

Também esta ferramenta não pode ser testada. Ainda assim parece permitir aos seus participantes um acréscimo nas suas competências de gestão e engenharia de telecomunicações, permitindo uma reflexão acerca da evolução económica e técnica deste sector.

É, mais uma vez, exclusivamente dedicada ao mundo dos telefones móveis, o que acaba por ser uma limitação considerável.

A sua divisão em módulos é uma solução interessante e é de louvar a consideração de factores como a demografia e topografia de um determinado cenário. A aproximação do mundo real através de terminais que existiam no mercado é também uma característica que pedagogicamente funciona bastante bem.

Em termos de redes, a utilização de ferramentas de dimensionamento e o ter em conta os aspectos regulatórios é bastante positiva.

5.1.5 Cesim

Esta ferramenta foi gentilmente cedida pela empresa responsável pela mesma para testes.

Depois de todo o contacto com os simuladores e a plataforma onde estão disponíveis, compreenderam-se melhor as faculdades educacionais dos mesmos. É realmente uma boa forma de ganhar conhecimento sobre o negócio das telecomunicações. Nota-se uma maturidade acrescida na abordagem de algumas problemáticas e na forma como são apresentadas.

O ambiente criado para os utilizadores é bastante agradável e cria um meio de aprendizagem, comunicação e interacção bastante interessantes. Melhora, desta forma, o espírito de equipa e as capacidades de trabalhar em equipa.

No entanto, quando se tentam aprofundar aspectos técnicos, especialmente relativos à rede de acesso e às tecnologias que possibilitam a entrega dos serviços oferecidos aos clientes, este simulador fica muito aquém das expectativas. A única decisão a cargo dos participantes é a percentagem de território que quer ver coberta (no Lisacom) ou o investimento em infraestrutura de rede (no SimCom), sem que isto espelhe os desafios técnicos e de engenharia que estes investimentos produzem. Por outro lado, entra em demasiado detalhe em alguns indicadores económicos de difícil compreensão por parte de alunos de engenharia.

As decisões ao cargo do participante são bastante interessantes mas, mais uma vez, não se chega ao detalhe e às consequências reais de utilizar uma ou outra tecnologia. Isto não está ao cargo do participante e encontra-se pré-formatado, sendo que o jogador facilmente nem se apercebe destes desafios tecnológicos.

Os processos de apoio à decisão do participante pareceram adequados ao nível económico, mas mais uma vez, ficaram aquém relativamente à análise tecnológica.

Os indicadores e conceitos de sucesso pareceram adequados. No entanto, os critérios de avaliação e apreciação das equipas poderiam estar, mais uma vez, mais relacionados com a questão de análise tecnológica.

Uma das melhores capacidades do SimCom e do LisaCom relaciona-se com a capacidade de simular um ambiente de competição. Este é um factor que se considera de grande importância numa dinâmica de mercados de telecomunicações. É, também, de louvar a forma como são tratados alguns parâmetros, dependências e vínculos como, por exemplo, diferentes pacotes de serviços ou até o investimento em determinados momentos.

É, realmente, pena que não seja possível simular os efeitos de mudanças específicas nas infraestruturas, nomeadamente mudanças nas arquitecturas da rede ou mudanças nas tecnologias utilizadas na rede (especialmente ao nível de tecnologias FTTx). Eventualmente, pode ser possível simular os efeitos de praticar os investimentos associados a algumas modificações, mas não parece ser possível especificar como esse investimento é feito, nem os efeitos específicos das

mudanças na qualidade e as características dos serviços prestados, com os respectivos impactos sobre as tarifas / disponibilidade para pagar, etc.

Assim sendo, os simuladores de telecomunicações da Cesim parecem bastante interessantes com diversas capacidades educacionais, mas com muitas limitações ao nível de análise tecnológica, aproximando-se mais de alunos de outras áreas de estudo do que de futuros engenheiros.

5.2 Trabalho Futuro

Nas redes de acesso, num futuro próximo, os ISP que investiram nas redes de nova geração, nomeadamente fibra, deverão querer ver os seus investimentos rentabilizados e, já que o consumo não tem perspectivas de abrandar em termos de demanda de largura de banda, estes devem cimentar as suas ofertas com maiores velocidades e um maior número de serviços associados aos serviços base já oferecidos (exemplo: vídeo-clube, canais 3D, casa inteligente, etc).

Um factor que fará a diferença e que maximizará a rentabilidade destes investimentos prende-se com as comunicações móveis e a implementação do 4G. Alguns investimentos poderão ser aproveitados e os operadores estão a fazer os investimentos nesse sentido. Ainda não se sabe de que forma os reguladores irão intervir.

Porque o mercado não descansa, os analistas estão já a prever quais serão as tendências num futuro um bocado mais distante. Uma coisa é unânime: a convergência vai continuar! Quanto mais não seja, porque tecnologicamente já é possível. Mas desta vez, ultrapassará as barreiras dos canais de transmissão. A mobilidade e a portabilidade voltarão a revolucionar.

Cada vez mais aplicações e funcionalidades estão disponíveis na chamada “nuvem”. Estes serviços e aplicações continuam a interagir com o utilizador no seu computador pessoal/smartphone/TV, mas o processamento destes dados e a alocação dos mesmos está a deixar de ser feita no local e, cada vez mais, se processa na internet.

Este tipo de mutação de hábitos terá consequências para os operadores. Especialmente os que já detêm infraestruturas e oferecem serviços de internet. Um novo tipo de operadores deverá surgir que vai para além dos provedores de serviço de internet e serviços. Os chamados WebCo estão já em expansão e espera-se que este crescimento continue. Os consumidores só necessitam de uma ligação à rede do ISP. Todos os serviços que este oferece passam a ser secundários e contratados a outros que não os ISP.

Outra tendência que se está a enraizar é o conceito do custo zero! As telecomunicações há muito se habituaram a este tipo de negócios que transporta o custo de um produto para outro. Por exemplo: um cliente recebe um telemóvel grátis ou a custo reduzido se assinar um contrato de permanência, ou ainda de formas mais subtis, ao fazer uma pesquisa na internet é encaminhado

para sites que pagam a posição cimeira nos resultados da mesma. A internet está a levar este conceito ao extremo e estão a ser criadas potências económicas que se preparam para revolucionar o sector. [19]

Estas previsões, a serem concretizadas, vão exigir aos operadores de rede e investidores uma rentabilização dos equipamentos de outras formas.

Num futuro muito menos distante estamos já a prever outro tipo de situações. É importante rentabilizar investimentos já feitos quando as condições planeadas se alteram. Neste momento uma das grandes motivações à utilização de ferramentas de apoio à tomada de decisão é a crise económica que se vive nos mercados mundiais. O utilizador final irá, provavelmente cortar nos seus gastos e as telecomunicações acabam por se ressentir. Muitos serão os cancelamentos de serviços e as passagens para pacotes mais básicos e, portanto, mais baratos. A forma como os operadores esperavam rentabilizar os seus investimentos têm de ser revistas e ponderados os investimentos futuros. É importante que as ferramentas de simulação e apoio à tomada de decisão consigam simular este cenário diferente que consiste na rentabilização de um investimento feito anteriormente e que necessita de ser rentabilizado agora que as condições previstas anteriormente foram alteradas.

6. Bibliografia

- [1] S. Verbrugge, R. Meersman, K. Casier, D. Colle, J. Vanhaverbeke, J. V. Ooteghem, and P. Demeester, "Issues in techno-economic evaluation of VDSL/FTTH access networks roll-out," 2007.
- [2] C. Jaag, M. Lutzenberger, and U. Trinkner, "Approaches to FTTH-Regulation: An International Comparison," 2009.
- [3] W. Lehr, M. Sirbu, and S. Gillett, "Broadband Open Access: Lessons from Municipal Network Case Studies," 2005.
- [4] B. Sadowski, A. Nucciarelli, and M. d. Rooij, "Providing Incentives for Private Investment in Municipal Broadband Networks: Evidence from the Netherlands," 2009.
- [5] OCDE, "Developments in Fibre Technologies and Investment," 2008.
- [6] EuropeanComission, "A Digital Agenda for Europe," 2010.
- [7] EuropeanComission, "Comission recommendation on regulated access to Next Generation Access Networks," 2010.
- [8] J. Wulf, R. Zarnekow, and M. Düser, "Analysis of Future Telecommunication Business Models Using a Business Model Ontology," 2010.
- [9] G. B. Amendola and L. M. Pupillo, "The economics of next generation access networks and regulatory governance: Towards geographic patterns of regulation," 2008.
- [10] ArthurDLittle, "FTTH: Double squeeze of incumbents - Forced to partner?," 2010.
- [11] WIKconsult, "The Economics of Next Generation Access," 2008.
- [12] AnalysysMason, "The costs of deploying fibre-based next-generation broadband infrastructure," 2008.
- [13] A. Banerjee and M. Sirbu, "Towards technologically and competitively neutral fiber to the home infrastructure," 2003.
- [14] K. Casier, S. Verbrugge, B. Lannoo, J. V. Ooteghem, and P. Demeester, "Holistic approach for improving the fttth business case," 2010.

- [15] R. v. Olst and M. Mbungela, "How can one increase skills and build a new generation of potential managers at a large ICT company?," 2009.
- [16] A. M. O. Duarte, A. N. Marques, H. S. Felix, D. C. Carrilho, and A. S. Damas, "Migração de uma rede de acesso ADSL-FTTH: Aspectos de Análise Tecno-Económica e de Simulação e de Mercados," 2011.
- [17] M. d. O. Duarte, I. Direito, I. C. Oliveira, and H. S. Félix, "Entrepreneurship Training: a case study in Engineering Students," 2010.
- [18] D21, "BROADWAN Deliverable."
- [19] N. Bang, I. Jorstad, T. Jonvik, D. v. Thanh, P. Engelstad, B. Feng, and D. v. Thuan, "A business model for a telecom 2.0 start-up," 2009.
- [20] ANACOM, "Situação das comunicações 2009," 2010.
- [21] ANACOM, "Evolução das NGA," 2011.
- [22] M. Araújo and M. O. Duarte, "A comparative study on cost/benefit analysis of fiber-to-the-home telecommunications systems in europe," 2010.
- [23] K. Casier, "Techno-economic evaluation of a next generation access network deployment in a competitive setting," 2010.
- [24] J. P. Davim and A. N. Pinto, "CAPEX Model for PON Technology," 2010.
- [25] M. Ehrler, I. Brusic, W. Reichl, and E.-O. Ruhle, "Deployment of fiber optics networks within the framework of PPP projects," 2008.
- [26] European Commission, "Green paper on public-private partnerships and community law on public contracts and concessions," 2004.
- [27] H. S. Félix, "Análise Tecno-Económica em Telecomunicações – Ferramentas de Cálculo," 2010.
- [28] FTTHcouncil, "FTTH business guide," 2010.
- [29] R. B. Junqueiro, "Redes de Nova Geração e Redes Comunitárias: Que Relação?," 2009.
- [30] ANACOM, "Informação estatística do serviço de acesso à Internet - 2º Trimestre 2011," 2011.

- [31] T. M. Riaz, R. H. Nielsen, J. M. Pedersen, N. R. Prasad, and O. B. Madsen, "A Framework for Planning a Unified Wired and Wireless ICT Infrastructure," 2009.
- [32] M. Tallberg, "Functional extensions to mobile operators business game," 2005.
- [33] S. Verbrugge, "Strategic planning of optical telecommunication networks in a dynamic and uncertain environment," 2007.
- [34] M. Tallberg, "Functional Extensions to Mobile Operator Business Game," 2005.
- [35] M. Berne, "Réseaux mobiles et management : le jeu Simobiz," 2005.
- [36] A. Marques, "Serviços web para planeamento e análise económica de redes," 2010.